

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления щита подшипникового и оснастки

УДК 621.822-783.633.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л31	Александрук Максим Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	К.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	К.т.н.		

Томск – 2018 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л31	Александрову Максиму Юрьевичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления щита подшипникового и оснастки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.04.2018г. №2348/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	12.06.2018г.
------------------------------------------	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	-Чертеж детали; -Годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	-Определение типа производства, форм и методов организации работ; -Анализ технологичности конструкции детали; -Выбор заготовки; -Разработка маршрута обработки детали; -Размерный анализ техпроцесса; -Выбор оборудования; -Расчет и назначение режимов обработки; -Нормирование технологического процесса; -Конструирование приспособления.
Перечень графического материала	-Чертеж детали; -Чертеж приспособления

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический	Коротков Владимир Сергеевич
Конструктоский	Коротков Владимир Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.02.2018г.
------------------------------------------------------------------------------------------	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л31	Александрук Максим Юрьевич		

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
Р3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
Р4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
Р5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Универсальные компетенции	
Р11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 частей, изложенных на 93 страницах, содержит 5 рисунков, 28 таблиц, 5 листов графического материала, расчетные данные взяты из 30 источников.

Ключевые слова: щит подшипниковый, технологический процесс, размерный, анализ, режим резания, технологическая оснастка.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления «Щит подшипниковый».

Цель работы: закрепление навыков проектирования технологического процесса изготовления детали на современном оборудовании; а так же закрепление навыков конструирования приспособления для технологической операции. В ходе ВКР использовался метод полной взаимозаменяемости при размерном анализе технологического процесса, а также метод аналогов и прецедентов. В результате выполнения ВКР разработан техпроцесс изготовления щита подшипникового на станках с ЧПУ, а также приспособления для фрезерования пазов. Результаты работы могут быть использованы в производстве на АО «НПЦ-Полюс».

Содержание

Введение	8
1 Технологическая часть.	10
1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание	10
1.2 Определение типа, форм и методов организации производства	13
1.3 Анализ технологичности конструкции детали	17
1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления	19
1.5 Выбор и анализ типового технологического процесса	19
1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали	22
1.7 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций	24
1.8 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки	24
1.9 Расчет линейных операционных размеров. Построение размерной схемы технологического процесса и размерных цепей допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки	24
1.9.1 Составление уравнений замыкающих звеньев размерных цепей и упорядочение цепей	30
1.9.2 Определение минимальных припусков на обработку	31
1.9.3 Расчет линейных операционных размеров	32
1.10 Выбор оборудования и технологической оснастки	35
1.11 Расчет режимов резания	38
1.12 Нормирование технологического процесса	40
2 Конструкторская часть	43
2.1 Выбор базовой конструкции приспособления	43
2.2 Описание принципа работы	44
2.3 Расчет сил закрепления	45
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	47
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	47
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	48
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений	50

3.1.3 Технология QuaD	51
3.1.4 SWOT-анализ	53
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	53
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	55
3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования	57
3.2.3. Расчет материальных затрат научно-технического исследования	57
3.2.4 Расчет основной заработной платы исполнителей темы	59
3.2.5 Расчет дополнительной заработной платы исполнителей темы	61
3.2.6 Расчет отчислений во внебюджетные фонды	61
3.2.7 Расчет накладных расходов	62
3.2.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	62
3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	63
4 Социальная ответственность	66
4.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.	66
4.1.1 Микроклимат.	67
4.1.2 Вредные вещества	68
4.1.3 Производственный шум	71
4.1.4 Освещенность	72
4.1.4 Освещенность	76
4.1.4 Освещенность	79
4.1.7 Пожарная безопасность	79
4.2 Экологическая безопасность	82
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	87
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	89
Заключение	90
Список используемой литературы	91

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергетическое машиностроение играет ключевую роль при создании техники в оборонной промышленности. Асинхронные двигатели широко применяются в различных отраслях промышленности.

Проектирование технологических процессов с использованием современного оборудования позволяет повысить производительность и качество изготавливаемых деталей. Важно в условиях государственной политике импортозамещения в оборонной отрасли не зависеть от комплектующих иностранных фирм. Поэтому задачей ВКР является проектирование технологического процесса изготовления «Щита подшипникового» для асинхронного двигателя, не уступающего по качеству зарубежным аналогам.

Поставленная задача решается задача будет решаться методом аналогов и прецедентов, методом максимума-минимума при анализе технологических размерных цепей с использованием САПР Компас 3D. Разработанный технологический процесс предполагается внедрить в производство на АО «НПЦ-Полюс».

В данной выпускной квалификационной работе были получены практические навыки по проектированию технологического процесса детали, типа «Щит подшипниковый», а также навыки разработки приспособления для фрезерной операции.

Работа содержит 4 практических раздела: технологическая часть, конструкторская часть, финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение и раздел социальной ответственности.

В ходе выполнения технологической части работы произведены: анализ технологичности конструкции детали, проектирование и анализ типового технологического процесса, расчет режимов резания, размерный анализ, расчет норм времени, построение размерной схемы техпроцесса, нормирование технологического процесса.

В конструкторской части работы рассмотрены задания на проектирование станочного приспособления, разработка принципиальной расчетной схемы, описание конструкции и работы приспособления, выбор зажимного устройства и расчёт параметров.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение получена качественная оценка коммерческого потенциала и перспективности производства. Выполнен анализ конкурентных технических решений, расчет основной заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды. Определена ресурсная (ресурсосберегающая), финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность исследования.

Раздел социальная ответственность включил в себя анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, а также правовые и организационные вопросы по обеспечению безопасности на производстве.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание

Данная деталь – «Щит подшипниковый» является составной частью асинхронного трехфазного электродвигателя ДАТ-256М1-УХЛ-1 и предназначена для передачи крутящего момента совместно работающих агрегатов.

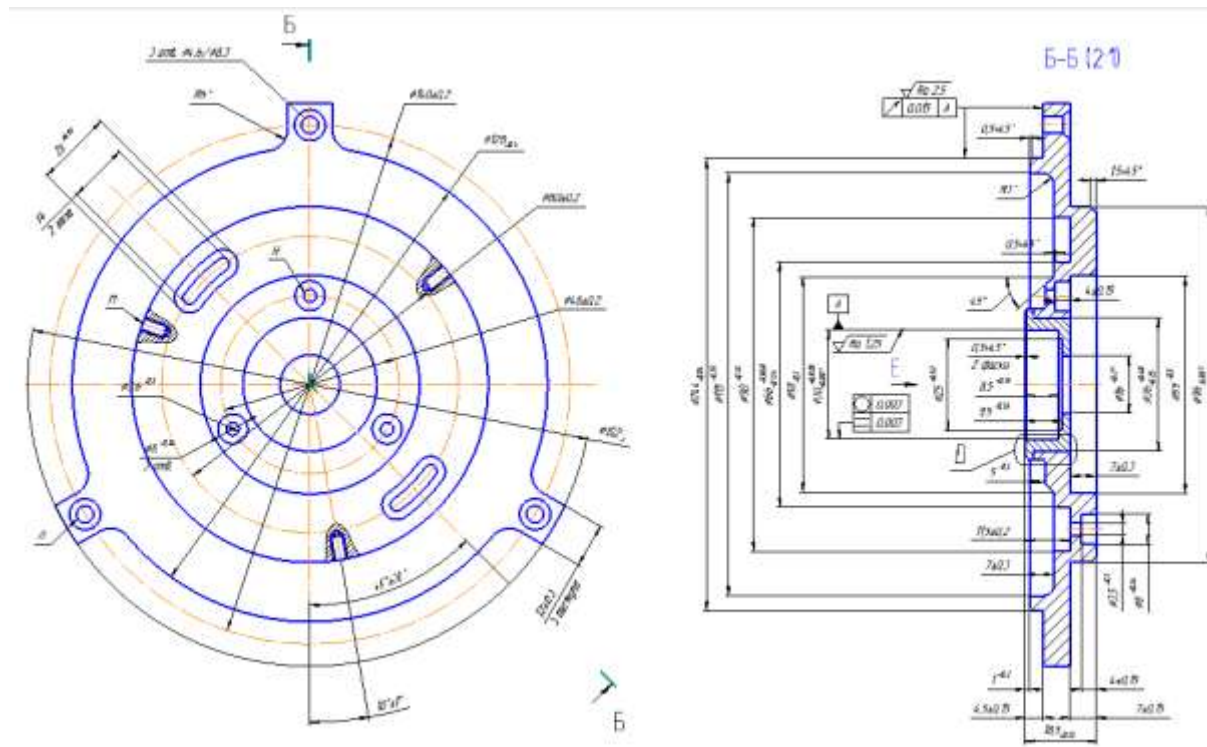


Рисунок 1 – Щит подшипниковый

Деталь изготовлена из алюминиевого деформируемого сплава Д16Т.

«Щит подшипниковый» представляет собой ступенчатое тело вращения длиной 18,5 мм с максимальным диаметром Ø152 мм. Шероховатость наружных поверхностей Ra 12,5 мкм.

Выполнив анализ конструкторского чертежа можно сделать вывод, что число проекции, сечений, разрезов достаточно. Оценена простановка размеров и предельных отклонений, расположения поверхностей и шероховатости.

Рабочий чертеж, данный по заданию курсового проекта, соответствует требованиям ЕСКД и технологичности изготовления изделия:

- шероховатость проставлена в соответствии с последними изменениями ГОСТ 2789-73;

Шероховатость свободных поверхностей, не указанных на чертеже, имеет значение Ra 12,5. Неуказанные предельные отклонения размеров охватывающих по H14, охватываемых по h14, остальных по IT14/2. Деталь маркируется клеймением.

Материал детали шит подшипниковый: деталь 1 - алюминиевый деформируемый сплав Д16Т, деталь 2 - сталь 20Х13.

Таблица №1. - Химический состав сплава детали 1 Д16Т (пруток).

Химический элемент	%
Железо (Fe)	до 0,4
Кремний (Si)	до 0,4
Марганец (Mn)	0,5-0,8
Титан (Ti)	0.02..0,1
Медь (Cu)	до 0,1
Бериллий (Be)	0.0002 - 0.005
Магний (Mg)	5.8 - 6.8
Цинк (Zn)	до 0.2
Алюминий (Al)	91.1 - 93.68

Таблица №2. - Механические свойства при T=20°C материала Д16Т.

Сортамент	σ_B	σ_T	δ_5
-	МПа	МПа	%
Трубы, ГОСТ 18482-79	315	145	15
Пруток, ГОСТ 21488-97	285-315	120-155	15
Лента отожженная, ГОСТ 13726-97	305-315	145-155	15
Профили, ГОСТ 8617-81	314	157	15
Плита, ГОСТ 17232-99	275-305	130-145	4-11

Обозначения:

σ_B – предел кратковременной прочности

σ_T – предел текучести

δ_5 – относительное удлинение при разрыве.

Твердость Д16Т, HB 10-1=65 МПа.

Таблица №3. - Физические свойства материала Д16Т.

Т	Е 10 ⁻⁵	а 10 ⁶	λ	ρ	С	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	0.71			2640		67.3
100		24.7	122		922	

Обозначения:

Т - Температура, при которой получены данные свойства , [Град]

Е - Модуль упругости первого рода, [МПа]

а - Коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон 20° - Т) , [1/Град]

λ - Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала), [Вт/(м·град)]

ρ - Плотность материала , [кг/м³]

С - Удельная теплоемкость материала (диапазон 20° - Т), [Дж/(кг·град)]

R - Удельное электросопротивление, [Ом·м]

Таблица №4.- Химический состав детали 2 сталь 20Х13 (втулка)

Химический элемент	%
Углерод (С)	0,16-0,25
Кремний (Si)	до 0,6
Марганец (Mn)	до 0,6
Никель (Ni)	до 0,6
Сера (S)	до 0,025
Фосфор (P)	до 0,03
Хром (Cr)	12-14
Железо (Fe)	84

Таблица №5.- Механические свойства при T=20°C материала 20Х13

Сортамент	Размер	Напр.	σ_b	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Лист, ГОСТ 5582-75	1 - 4	Поп.	490		20			Отпуск 740 - 800°C,
Прутки, ГОСТ 5949-75			650-830	440-635	10-16	50-55	590-780	Закалка и отпуск
Прутки, заданной прочности, ГОСТ 18907-73			510-780		14			
Прутки, ГОСТ 18968-73			670	490-655	18	50	690	Нормализация и отпуск
Поковки, ГОСТ 25054-81	до 600	Прод.	647	441	14-16	40-50	390-640	Закалка и отпуск
Лист толстый, ГОСТ 7350-77			510	375	20			Нормализация

Обозначения:

σ_b - Предел кратковременной прочности, [МПа]

σ_T - Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]

δ_5 - Относительное удлинение при разрыве, [%]

ψ - Относительное сужение, [%]

KCU - Ударная вязкость, [кДж / м²]

HВ - Твердость по Бринеллю, [МПа]

Таблица №6.- Физические свойства материала 20Х13

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.18		23	7670		588
100	2.14	10.1	26	7660	461	653
200	2.08	11.2	26	7630	523	730
300	2	11.5	26	7600	565	800
400	1.89	11.9	26	7570	628	884
500	1.81	12.2	27	7540	691	952
600	1.69	12.8	26	7510	775	1022
700		12.8	26	7480	963	1102

Обозначения:

T - Температура, при которой получены данные свойства , [Град]

E - Модуль упругости первого рода, [МПа]

α - Коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон $20^{\circ} - T$) , [1/Град]

λ - Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала), [Вт/(м·град)]

ρ - Плотность материала , [кг/м³]

C - Удельная теплоемкость материала (диапазон $20^{\circ} - T$), [Дж/(кг·град)]

R - Удельное электросопротивление, [Ом·м]

1.2 Определение типа, форм и методов организации производства

В машиностроении различают три основных типа производства: массовое, серийное, единичное. Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой выпускаемых изделий при большом объеме выпуска. Серийное производство характеризуется более широкой номенклатурой выпускаемых изделий и меньшим объемом выпуска. Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой и малым объемом выпуска изделий.

Тип производства согласно ГОСТ 14.004-83 характеризуется коэффициентом закрепления операций за одним рабочим местом или единицей оборудования.

Коэффициент закрепления операций определяется отношением числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца к числу рабочих мест.

Коэффициент закрепления операции в соответствии с ГОСТ 3.11.0-74 принимают равным отношению количества технологических операций, выполняемых в течении месяца на участке к количеству рабочих мест на участке;

$K_{з.о} = 1$ - для массового производства;

$1 < K_{з.о} < 10$ - для крупносерийного производства;

$10 < K_{з.о} < 20$ - для среднесерийного производства;

$20 < K_{з.о} < 40$ - для мелкосерийного производства.

Для единичного производства Кз.о свыше 40.

В данном курсовом проектировании при отсутствии исходных данных по базовому варианту (количество технологических операций и количество рабочих мест) тип производства определяется по годовому объему выпуска и массе деталей.

Таблица №7.– Определение типа производства

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единично е	Мелкосерийн ое	Среднесерийн ое	Крупносерийн ое	Массов ое
До 1.0	До 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	>200000
1.0 - 2.5	До 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	>100000
2.5 - 5.0	До 10	10-500	500-35000	35000-75000	>75000
5.0 – 10	До 10	10-300	300-25000	25000-50000	>50000
Свыше 10	До 10	10-200	20-10000	10000-25000	>25000

Т.к масса детали составляет 0,27 кг, а годовая программа выпуска 15 000 шт., то тип производства ориентировочно будет среднесерийным.

Рассчитаем количество деталей в партии единовременного запуска n , шт.

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi}; \quad (2.1)$$

где $N = 15000$ шт. – годовой объем выпуска деталей;

$a = 8$ дн. – периодичность запуска в днях;

$\Phi = 252$ дн. – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{15000 \cdot 8}{252} = 47,6 \text{ шт.}$$

принимаем $n = 47$ шт.

Для крупносерийного типа производства рассчитываем такт выпуска $t_{\text{в}}$, мин:

$$t_{\text{в}} = \frac{60 \cdot F_{\partial}}{N}; \quad (2.2)$$

где $F_{\partial} = 4015$ ч. – годовой фонд времени работы оборудования.

$$t_{\text{в}} = \frac{60 \cdot 4015}{15000} = 16,1 \text{ мин.}$$

Серийное производство является основным типом современного машиностроения и предприятия этого типа выпускают в настоящее время 75-80 %

всей продукции машиностроения страны. По всем технологическим характеристикам серийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством.

Объем выпуска предприятий серийного типа колеблется от сотен до тысяч регулярно повторяющихся изделий.

Персонал: Рабочие средней квалификации. Наряду с работниками высокой квалификации, работниками на сложных универсальных станках и наладчиками используются рабочие-операторы, работающие на настроенных станках.

Заготовки: Средней точности. В качестве исходных заготовок используется холодный и горячий прокат, литье в землю и под давлением, точное литье, поковки и точные штамповки и прессовки. Требуемой точности достигают как методами автоматического получения размеров, так и методами пробных ходов и промеров с частичными применением разметки.

Оборудование: универсальное и специализированное, частично специализированное. Широко используется станки с ЧПУ, обрабатывающие центры и находят применение гибкие, автоматизированные системы станков с ЧПУ, связанные с транспортирующими устройствами и управлением от ЭВМ. Оборудование расставляется по технологическим группам с учетом направления основных грузопотоков цеха по предметно-замкнутым участкам. Однако одновременно используются групповые поточные линии и переменнo-поточные автоматизированные линии. Большое значение имеет универсально-сборная переналаживаемая технологическая оснастка, позволяющая существенно повысить коэффициент оснащенности серийного производства.

Серийное производство является наиболее гибким и устойчивым, наиболее поддается автоматизированию.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Разработка технологического процесса производится для изделий, конструкции которых отработаны на технологичность. Конструкция детали напрямую влияет на разработку технологического процесса, выбор станков, приспособлений и может быть признана технологичной, если обеспечивает простое и экономичное изготовление этого изделия. От точности размеров детали зависит выбор рабочих той или иной квалификации. В зависимости от материала выбирается способ получения заготовки, её вид, режимы обработки, инструмент.

Проанализируем чертеж конструкции исходной детали и дадим качественную оценку её технологичности.

Тип детали – тело вращения с небольшими габаритами.

В качестве технологических баз используют наружную и торцевую поверхность, которая позволяет обработать внутренний диаметр Ø160 мм. Они совпадают с конструкторскими, что не повлечет за собой погрешности базирования. Но конструкторские размеры могут не совпадать с технологическими, что вызовет ужесточение допусков на некоторые размеры.

Требования к шероховатости детали местами высокие. Множество размеров детали имеют очень большой допуск на размер, что очень выгодно со стороны технологичности детали.

Наружные поверхности детали имеют открытую форму, что обеспечивает обработку на проход и свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям. Неудобными в обработке поверхности отсутствуют.

В конструкции детали нет наклонного расположения обрабатываемых поверхностей, что удобно для обработки.

Все выше изложенное позволяет сделать вывод, что представленная деталь является технологичной.

Производим количественную оценку технологичности конструкции детали.

Определяем коэффициент унификации конструктивных элементов детали:

$$Q_{э.у.}=29 \quad Q_{э.}=30$$

$$K_{y.э.} = \frac{29}{30} = 0,96$$

По рекомендации $K_{y.э.} \geq 0,65$

По данному показателю деталь технологична

Определяем коэффициент точности обработки

По формуле вычислим средний коэффициент точности обработки

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i \cdot n_i}{\sum n_i}, (3.1)$$

где IT_i – квалитет точности i -ой поверхности;

n – количество поверхностей, имеющих IT_i квалитет.

$$IT_{cp} = \frac{7 \cdot 7 + 8 \cdot 1 + 12 \cdot 6 + 14 \cdot 16}{7 + 1 + 6 + 16} = 11,76,$$

Определим коэффициент точности обработки по формуле $K_{m.ч}$:

$$K_{m.ч} = 1 - \frac{1}{IT_{cp}} = 1 - \frac{1}{11,96} = 0,915 (3.2)$$

По данному показателю деталь технологична, т.к. $K_{m.ч} > 0,8$

Определяем коэффициент шероховатости

Определим среднюю шероховатость поверхности детали $Ш_{cp}$, мкм:

$$Ш_{cp} = \frac{\sum R_{ai} \cdot n_i}{\sum n_i}, (3.3)$$

где R_{ai} – значение шероховатости i -той поверхности детали, мкм;

n_i – количество поверхностей, имеющих шероховатость R_{ai} .

Тогда:

$$Ш_{cp} = \frac{2,5 \cdot 6 + 12,5 \cdot 24}{6 + 24} = 10,5 \text{ мкм.}$$

Коэффициент шероховатости поверхностей $K_{ш}$:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{1}{10,5} = 0,09. (3.4)$$

По рекомендации $K_{ш} \leq 0,16$

Изделие относится к средней сложности

1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

Одним из основополагающих принципов выбора метода получения заготовки является обеспечение максимального приближения ее формы, размеров и качества поверхности к аналогичным характеристикам получаемой детали. В этом случае существенно сокращается расход металла, объем механической обработки и производственный цикл изготовления детали.

В машиностроении основными видами заготовок для деталей являются стальные и чугунные отливки, отливки из цветных металлов и сплавов, штамповки и всевозможные профили проката.

Программа выпуска продукции, т.е. количество изделий, выпускаемых в течение определенного времени (обычно за год), является одним из важнейших факторов, определяющих выбор метода и способа производства заготовок.

Проанализировав деталь «Щит подшипниковый» делаем вывод, что целесообразнее всего выполнить ее из прутка Ø155 мм по ГОСТ 21488-97, так как для данного типа детали требуются особые прочностные характеристики, недопустимость микротрещин, а также отсутствие различного рода дефектов литья.

Одним из показателей, характеризующих экономичность выбранной заготовки, является коэффициент использования материала K_m . Его определяют как отношение массы детали к массе заготовки:

$$K_m = M_d / M_z; \quad (4.1)$$

$$K_m = 0,27 / 0,57 = 0,47$$

Для рациональных форм и вида выбранной заготовки характерны значения этого коэффициента, близкие к единице, что обуславливает более низкую себестоимость последующей механической обработки, меньший расход материала, энергии, инструмента и т.п.

Чертеж заготовки представлен в графической части проекта.

1.5 Выбор и анализ типового технологического процесса

Технологические базы – это элементы заготовки (поверхности, линии, точки), которые используют для ее установки на станке в нужном положении относительно режущего инструмента.

По выбору положения в технологическом процессе их делят на черновые и чистовые.

Черновые базы – используются на первых операциях при обработке чистовых технологических баз. В качестве черновых баз рекомендуется брать поверхности детали, которые должны быть обработаны с наибольшей точностью или поверхности детали, которые остаются не обработанными.

Чистовые базы – используются в большинстве операций технологического процесса. При выборе чистовых баз руководствуются следующими принципами: принцип совмещения баз, принцип постоянства баз на большинстве операций ТП. Это позволяет повысить точность взаимного расположения + принцип последовательной смены баз (уменьшается погрешность базирования).

За базовый технологический процесс возьмем изготовление детали типа Щит подшипниковый: [8]

(рис. 1).

Согласно источнику литературы [8, стр. 40] технологический процесс изготовления детали (рис. см. вкладку) содержит следующие операции:

005 – заготовительная (литье)

010 – токарная (Растачивание отверстия, подрезка торца)

015 – токарная (подрезка второго торца)

020 – протяжная (протягивание отверстия)

025 – токарная (наружный диаметр, торцы обода, канавки)

030 – токарная (окончательно наружный диаметр и канавки)

035 – сверлильная (сверление отверстий и нарезание резьбы)

В предлагаемом литературой технологическом процессе в качестве метода получения заготовки принято литье. В базовом технологическом процессе

обеспечивается требуемая точность в процессе обработки. Это размеры наружного и внутреннего диаметра, а также осевые размеры детали. Биение торца относительно внутреннего диаметра, а также расположение отверстий.

В курсовом проекте деталь щит подшипниковый отличается от детали базового техпроцесса размерами, формой, наличием внутренних канавок, а также тем, что она состоит из двух деталей: алюминиевого прутка и стальной втулки запрессованной в пруток после предварительной токарной операции. Но вместе с тем, при построении технологического процесса детали щит подшипниковый основные операции будут схожими с базовым.

В качестве заготовки примем пруток, так как данные заготовки имеют достаточно высокую точность. И в нашем случае целесообразнее и экономически выгоднее взять круглый прокат в качестве заготовки, потому как деталь имеет не сложную форму, что упрощает построение технологического процесса. Введем одну черновую токарную операцию, одну токарную с ЧПУ, фрезерную, координатно-расточную, сверлильную, чистовую токарную, а также для лучшей обрабатываемости и снятия внутренних напряжений после черновой токарной введем термическую операцию: отжиг.

С учетом вышесказанного, проектируемый технологический процесс будет более совершенным и экономически выгодным, чем в предложенном литературой базовом технологическом процессе.

Обработку заготовки детали «Щит подшипниковый» начинают с подготовки технологических баз и черновой токарной обработки поверхностей детали на универсальном токарном станке.

После предварительной токарной обработки следует этап окончательной токарной обработки всех поверхностей на токарном станке и сверление отверстий на вертикально-сверлильном станке.

Окончательная обработка посадочных диаметральных и торцовых поверхностей после осуществляется шлифованием на внутришлифовальном станке. Инструмент для шлифования – абразивные круги и головки средней мягкости.

После каждого этапа механической обработки производится слесарная операция зачистки заусенцев и притупления острых кромок.

На заключительных этапах деталь контролируется на магнитофлюксе, партия деталей моется в моечной машине.

Заключительным этапом является контроль всех размеров, параметров шероховатости и соответствие детали техническим требованиям чертежа службой технического контроля цеха.

1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали

Структура технологического процесса обработки детали «Щит подшипниковый» зависит от типа обработки и определяется рядом факторов. К ним относятся:

1. Количество обрабатываемых деталей и последовательность их обработки. В нашем случае одновременно будет обрабатываться только одна деталь. Деталь может располагаться в несколько потоков и возможна параллельная или последовательно-параллельная обработка.

2. Способ установки детали в приспособление может быть автоматическим, вручную, поочередно каждой детали, предварительно вручную вне станка в кассету, на плите и др. в нашем случае деталь устанавливается в приспособления вручную.

Заданный объем партии $N=15000$ позволяет применить принцип концентрации операций, при котором наибольшее количество механической обработки производится на одном станке одним рабочим, что снизит себестоимость производства изделия, приведет к уменьшению количества слесарных и контрольных операций, повысит производительность труда и штучное время изготовления единицы изделия.

Технологический маршрут проектируемого технологического процесса будет содержать следующие операции:

000 Отрезная

005 Термическая (Отжиг)

010 Токарная (предварительная обработка под запрессовку втулки)

015 Слесарно-сборочная (запрессовка втулки в щит)

020 Токарная с ЧПУ (основная токарная обработка, формирование окончательного профиля детали)

025 Фрезерная с ЧПУ (Фрезерование контура и пазов, разметка и сверление отверстий, нарезание резьбы)

030 Внутришлифовальная

035 Старение стабилизирующее

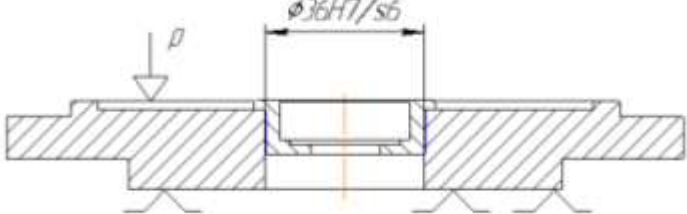
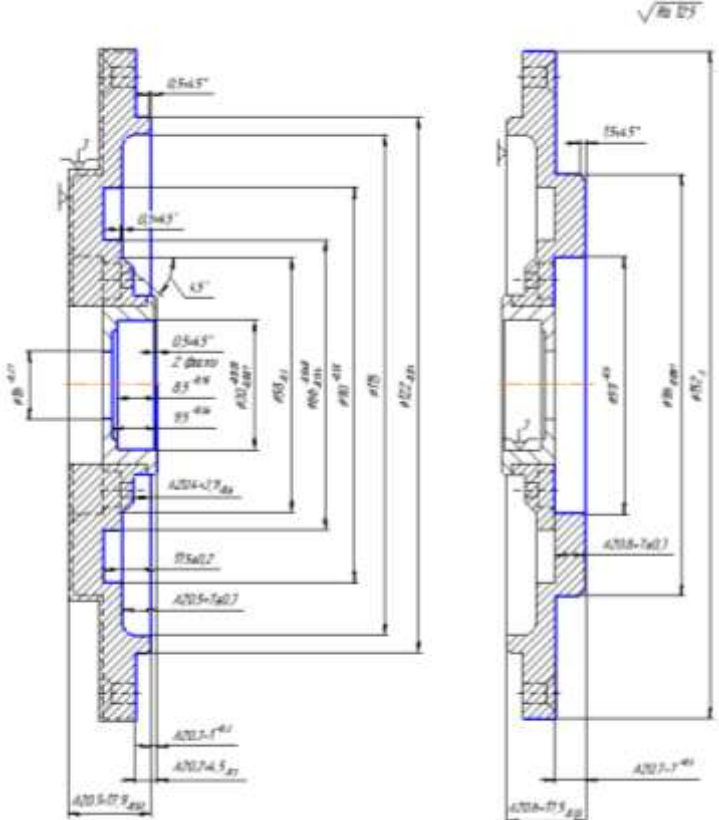
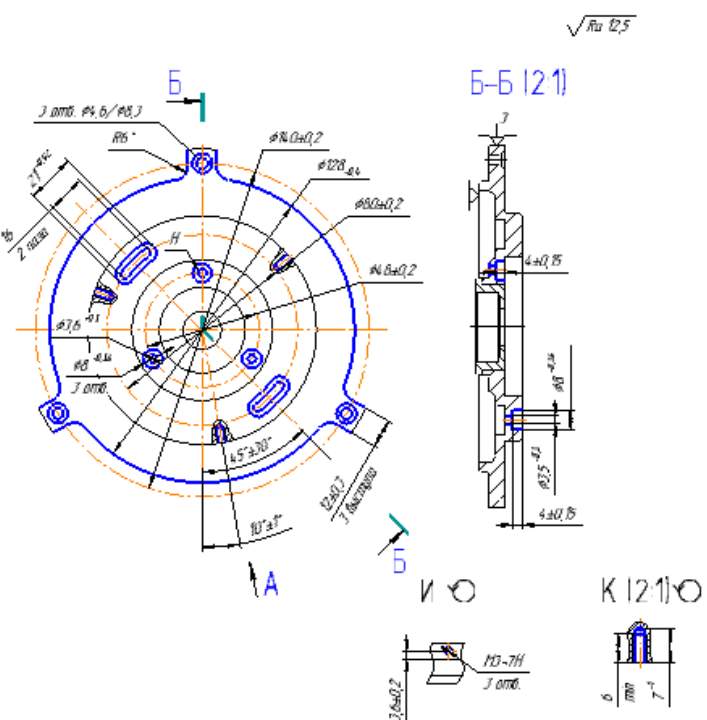
040 Маркирование


045 Химико-термическая (оксидирование)

050 Контрольная

1.7 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций

№ операции	№ перехода	Наименование и содержание операции и перехода	Операционный эскиз
000	A 1	Отрезная Выдвинуть пруток до упора и закрепить Отрезать заготовку в размер $A_{01}=20,5^{+0,5}_{-0,2}$ мм	
005		Термическая Отжиг	
010	A 1 2 3 4 Б 1 2	Токарная Установить заготовку Подрезать торез в размер $A_{10,1}=19,3-0,52$ мм Расточить отверстие $\varnothing 36H7$ мм Точить $\varnothing 124$ мм с подрезкой торца $A_{10,2}=3,4$ мм. Расточить $\varnothing 112$ с подрезкой торца 2 мм Переустановить деталь Точить $\varnothing 153$ мм с подрезкой торца $A_{10,4}=18,3-0,52$ мм Точить $\varnothing 98$ мм с подрезкой торца $A_{10,5}=7\pm 0,3$ мм	

015		Слесарно-сборочная Запрессовать втулку поз. 1 в щит подшипниковый поз.2 Ø36H7/s6	
020	A 1 2 Б 1 2 3	Токарная с ЧПУ Установить деталь Точить Ø122-0,04 мм с подрезкой торца в размер 4,5 мм Расточить внутреннюю полость, выдерживая размеры Ø115 мм, Ø90 ^{+0,35} , Ø66 ^{-0,06} _{-0,134} мм, A _{20,5} =7±0,3 мм, и A _{20,4} =3,9-0,6 мм Переустановить деталь Расточить Ø59 ^{+0,5} мм с подрезкой торца в размер A _{20,8} =7±0,3 мм Точить Ø96-0,087 мм с подрезкой торца в размер A _{20,7} =7 ^{+0,3} мм и A _{20,6} =17,5-0,33 мм. Точить Ø152 мм на проход	
025	A 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Фрезерная с ЧПУ Установить деталь Фрезеровать 2 паза в размер 16 мм Фрезеровать 2 паза в размер 21 мм Сверлить 3 отв Ø4,6 мм Зенковать фаску в размер 8,3 мм Сверлить 3 отв Ø3,5 мм Цековать 3 отв Ø8 мм Сверлить 3 отв Ø3,6 мм Цековать 3 отв Ø8 мм Сверлить 3 отв Ø2,6 мм (под резьбу М3) Нарезать резьбу в 3 отв. М3	

030	A 1	Внутришлифовальная Установить деталь Шлифовать $\varnothing 30^{+0,020}_{+0,07}$	
-----	--------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

1.8 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки

Величины операционных допусков принимаем в соответствии со средне-экономической точностью используемого метода обработки, с учетом схемы формирования размера и состояния исходной (измерительной) базы.

Допуски на линейные операционные размеры, параллельные оси детали приведены в Таблице №1.

1.9 Расчет линейных операционных размеров. Построение размерной схемы технологического процесса и размерных цепей

На Рисунке 2 приведена размерная схема технологического процесса. На рисунке 3 приведены технологические размерные цепи.

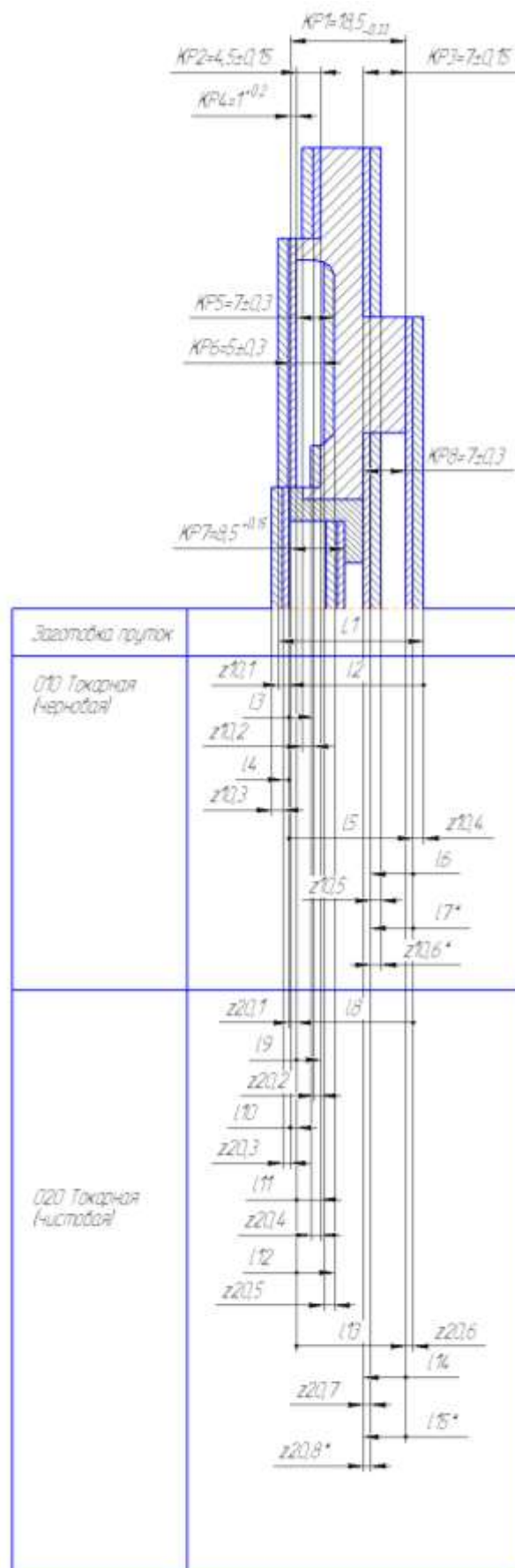
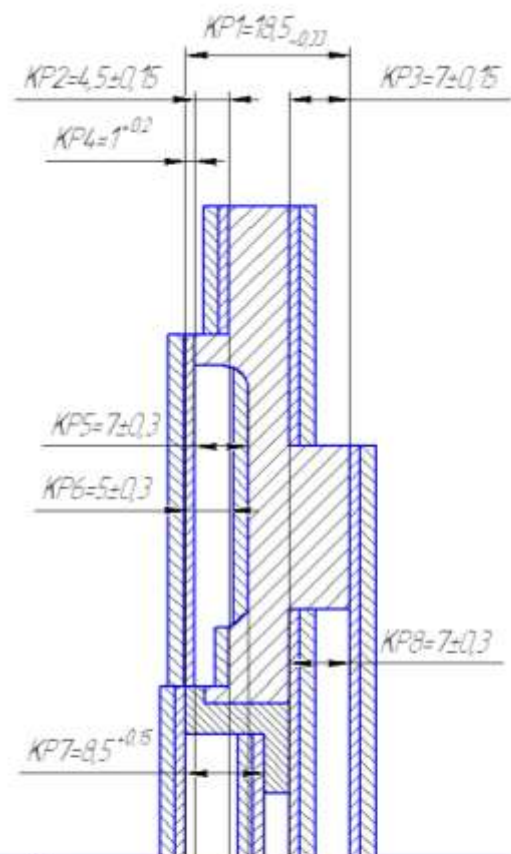


Рисунок 2- Размерная схема технологического процесса



$KP2 = \underline{19}$	$\frac{KP2}{19}$	
$KP3 = \underline{14}$		$\frac{KP3}{14}$
$KP4 = \underline{10}$	$\frac{KP4}{10}$	
$KP8 = \underline{15}$		$\frac{KP8}{15^*}$
$KP5 = \underline{12}$	$\frac{KP5}{12}$	
$KP1 = \underline{13} - 10$	$\frac{KP1}{13}$	
$KP1 = \underline{11} - 10$	$\frac{KP6}{10}$	

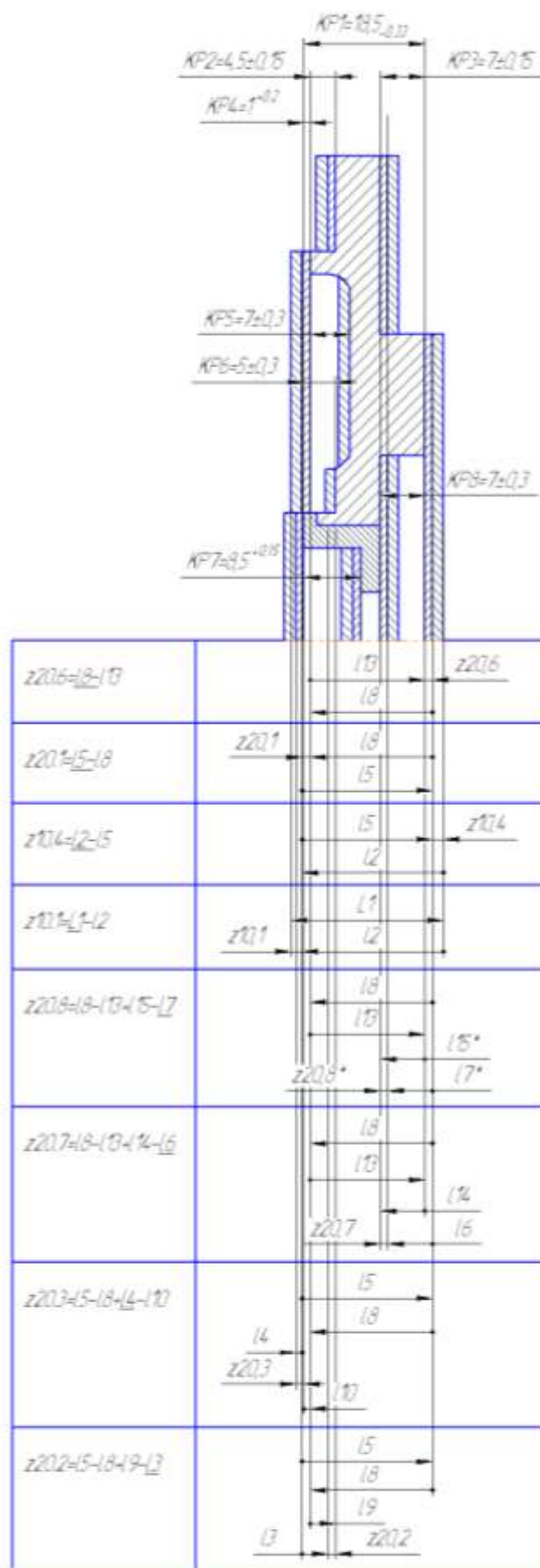


Рисунок 3 - Технологические размерные цепи

1.9.1 Составление уравнений замыкающих звеньев размерных цепей и упорядочение цепей

Уравнения размерных цепей составляются относительно их замыкающих звеньев с использованием следующего правила: составляющие звенья, направленные на контуре цепи в противоположную сторону по сравнению с направлением замыкающего звена, записываются с положительным знаком, а в ту же сторону, что и замыкающее звено – со знаком минус. Список уравнений размерных цепей приведен в таблице 10.

Таблица №9. - Допуски на линейные операционные размеры, и припуски на обработку заготовки

№ и наименование операции	Линейные размеры		Допуски (отклонения)			Припуск Z_{\min}	
	Индекс	Значение, мм	Индекс	Квалитет	Величина, мм	Индекс	Величина, мм
020 Токарная чистовая	l_{15}	7	T_{15}	13	$\pm 0,15$	$Z_{20,8}$	0,4
	l_{14}	7	T_{14}	13	$\pm 0,15$	$Z_{20,7}$	0,4
	l_{13}	17,5	T_{13}	13	-0,33	$Z_{20,6}$	0,4
	l_{12}	7	T_{12}	14	$\pm 0,3$	$Z_{20,5}$	0,4
	l_{11}	5	T_{11}	14	$\pm 0,3$	$Z_{20,4}$	0,4
	l_{10}	1	T_{10}	13	+0,2	$Z_{20,3}$	0,4
	l_9	4,5	T_9	14	$\pm 0,15$	$Z_{20,2}$	0,4
	l_8	17,6	T_8	14	$\pm 0,26$	$Z_{20,1}$	0,4
010 Токарная черновая	l_7	7	T_7	14	$\pm 0,18$	$Z_{10,6}$	1
	l_6	7,2	T_6	14	$\pm 0,18$	$Z_{10,5}$	1
	l_5	17,8	T_5	14	$\pm 0,26$	$Z_{10,4}$	1
	l_4	1,2	T_4	14	$\pm 0,13$	$Z_{10,3}$	1
	l_3	4,5	T_3	14	$\pm 0,15$	$Z_{10,2}$	1
	l_2	18,8	T_2	14	$\pm 0,26$	$Z_{10,1}$	1
005 Заготовка прутков	L_1	19,8	T_1	16	$\pm 0,35$	-	-

Таблица №10.- Список уравнений размерных цепей

№ р.ц.	Уравнение замыкающего звена	№ решения	Результат решения цепи
1	$KP_2 = \underline{l_9}$	1	$l_9 = 4,5_{-0,3}$
2	$KP_3 = \underline{l_{14}}$	2	$l_{14} = 7^{+0,3}$
3	$KP_4 = \underline{l_{10}}$	3	$l_{10} = 1^{+0,2}$
4	$KP_8 = \underline{l_{15}}$	4	$l_{15} = 7 \pm 0,3$
5	$KP_5 = \underline{l_{12}}$	5	$l_{12} = 7 \pm 0,3$
6	$KP_1 = \underline{l_{13}} + l_{10}$	6	$l_{13} = 17,3_{-0,33}$
7	$KP_6 = \underline{l_{11}} + l_{10}$	7	$l_{11} = 3,7_{-0,6}$
8	$z_{20,6} = \underline{l_8} - l_{13}$	8	$l_8 = 17,89_{-0,52}$
9	$z_{20,1} = \underline{l_5} - l_8$	9	$l_5 = 18,29_{-0,52}$
10	$z_{10,4} = \underline{l_2} - l_5$	10	$l_2 = 19,29_{-0,52}$
11	$z_{10,1} = \underline{L_1} - l_2$	11	$L_1 = 20,5_{-0,2}^{+0,5}$
12	$z_{20,8} = l_8 - l_{13} + l_{15} - \underline{l_7}$	12	$l_7 = 6,81^{+0,36}$
13	$z_{20,7} = l_8 - l_{13} + l_{14} - \underline{l_6}$	13	$l_6 = 6,31^{+0,36}$
14	$z_{20,3} = l_5 - l_8 + \underline{l_4} - l_{10}$	14	$l_4 = 1,72^{+0,26}$
15	$z_{20,2} = l_5 - l_8 + l_9 - \underline{l_3}$	15	$l_3 = 3,38^{+0,3}$

1.9.2 Определение минимальных припусков на обработку

Минимальный припуск – это слой металла, необходимый для осуществления заданной обработки, т.е. для удаления всех погрешностей предшествующей ступени обработки и компенсации всех тех погрешностей выполняемой ступени (операции), которые ни прямо, ни косвенно не регламентируются через допуски на операционные размеры.

До непосредственного определения линейных операционных размеров по таблицам П23-31 [1] назначим величину припуска $Z_{i \min}$ на каждую ступень обработки. Полученные значения Z_{\min} заносим в таблицу 1.

1.9.3 Расчет линейных операционных размеров

Перед решением уравнений необходимо проверить выполнение правила размерных цепей: сумма допусков составляющих звеньев меньше или равна допуску замыкающего звена.

$$T_{\Delta} = \sum_{m+n} T_i$$

Где,

m – количество увеличивающих составляющих звеньев цепи,

n – количество уменьшающих составляющих звеньев цепи.

Таблица №11.- Проверка обеспечения заданной точности конструкторских размеров

Уравнение размерных цепей	Вычисление $T_{\Delta}^{мм} = \sum T_i$	$T_{\Delta}^{мм} \leq T_{кр i}$
КР ₂ = <u>l₉</u>	$T_{\Delta}=T_9=0,3$	$0,3 < T_{КР2} = 0,3$
КР ₃ = <u>l₁₄</u>	$T_{\Delta}=T_{14}=0,3$	$0,3 < T_{КР3} = 0,3$
КР ₄ = <u>l₁₀</u>	$T_{\Delta}=T_{10}=0,2$	$0,20 < T_{КР4} = 0,2$
КР ₈ = <u>l₁₅</u>	$T_{\Delta}=T_{15}=0,6$	$0,6 < T_{КР8} = 0,6$
КР ₅ = <u>l₁₂</u>	$T_{\Delta}=T_{12}=0,6$	$0,6 < T_{КР5} = 0,6$
КР ₁ = <u>l₁₃</u> +l ₁₀	$T_{\Delta} = 0,33 - 0,2 = 0,13$	$0,13 < T_{КР1} = 0,33$
КР ₆ = <u>l₁₁</u> +l ₁₀	$T_{\Delta} = 0,6 - 0,2 = 0,4$	$0,4 < T_{КР6} = 0,6$

р.ц.1 КР₂=l₉

l₉– вал, принимаем l₉=4,5_{-0,3};

р.ц.2 КР₃=l₁₄

l₁₄ – отверстие, принимаем l₁₄ = 7^{+0,3};

р.ц.3 КР₄=l₁₀

l₁₀ – отверстие, принимаем l₁₀= 1^{+0,2};

р.ц.4 КР₈=l₁₅

l₁₅ – остальные, принимаем l₁₅ = 7±0,3;

р.ц.5 $KP_5=l_{12}$

l_{12} — отверстие, принимаем $l_{12} = 7\pm 0,3$;

р.ц.6 $KP_1=l_{13}+l_{10}$

$KP_{1max} = l_{13min}+l_{10 min}$;

$KP_{1min} = l_{13max}+l_{10max}$;

$l_{13min}=KP_{1max}- l_{10 max} = 18,5-1,2=17,3$;

$l_{13 max} = KP_{1min}- l_{10min} = 18,17-1=17,17$.

l_{13} — вал, принимаем $l_{13} = 17,3_{-0.33}$;

р.ц.7 $KP_6=l_{11}+l_{10}$

$KP_{6max} = l_{11min}+l_{10 min}$;

$KP_{6min} = l_{11max}+l_{10max}$;

$l_{11min}=KP_{6max}- l_{10 max} = 5,3-1,2=4,1$;

$l_{11 max} = KP_{6min}- l_{10min} = 4,7-1=3,7$.

l_{11} — вал, принимаем $l_{11} = 3,7_{-0,6}$;

р.ц.8 $z_{20.6min}=l_{8max} -l_{13min}$

$l_{8max}= l_{13min}+ z_{20.6min}=16,97+0,4=17,37$

l_8 —вал, поэтому $l_8= l_{8max} -T_8= 17,37+0,52= 17,89$;

Принимаем $l_8=17,89_{-0,52}$;

р.ц.9 $z_{20.1min}=l_{5max} -l_{8min}$

$l_{5max}= l_{8min}+ z_{20.1min}=17,37+0,4=17,77$

l_5 —вал, поэтому $l_5= l_{5max} -T_5= 17,77+0,52= 18,29$;

Принимаем $l_5=18,29_{-0,52}$;

р.ц.10 $z_{10.4min}=l_{2max} -l_{5min}$

$l_{2max}= l_{5min}+ z_{10.4min}=17,77+1=18,77$

$$l_2 - \text{вал, поэтому } l_2 = l_{2\max} - T_2 = 18,77 + 0,52 = 19,29;$$

$$\text{Принимаем } l_2 = 19,29_{-0,52};$$

$$\text{р.ц.11 } z_{10.1\min} = L_{1\max} - l_{2\min}$$

$$L_{1\max} = l_{2\min} + z_{10.1\min} = 18,77 + 1 = 19,77$$

$$L_1 - \text{вал, поэтому } L_1 = L_{1\max} - T_1 = 19,77 + 0,7 = 20,47;$$

$$\text{Принимаем } L_1 = 20,5_{-0,2}^{+0,5};$$

$$\text{р.ц.12 } z_{20.8\min} = l_{8\min} + l_{15\min} - l_{13\max} - l_{7\max};$$

$$l_{7\max} = l_{8\min} + l_{15\min} - l_{13\max} - z_{20.8\min} = 17,37 + 6,7 - 17,3 - 0,4 = 7,17;$$

$$l_7 - \text{отверстие, поэтому } l_7 = l_{7\max} - T_7 = 7,17 - 0,36 = 6,81;$$

$$\text{Принимаем } l_7 = 6,81_{-0,36}^{+0,36};$$

$$\text{р.ц.13 } z_{20.7\min} = l_{8\min} + l_{14\min} - l_{13\max} - l_{6\max};$$

$$l_{6\max} = l_{8\min} + l_{14\min} - l_{13\max} - z_{20.7\min} = 17,37 + 7 - 17,3 - 0,4 = 6,67;$$

$$l_6 - \text{отверстие, поэтому } l_6 = l_{6\max} - T_6 = 6,67 - 0,36 = 6,31;$$

$$\text{Принимаем } l_6 = 6,31_{-0,36}^{+0,36};$$

$$\text{р.ц.14 } z_{20.3\min} = l_{5\min} + l_{4\min} - l_{8\max} - l_{10\max};$$

$$l_{4\min} = l_{8\max} + l_{10\max} - l_{5\min} - z_{20.3\min} = 17,89 + 1,2 - 17,77 + 0,4 = 1,72;$$

$$l_4 - \text{отверстие, поэтому } l_4 = l_{4\min} - T_4 = 1,72 - 0,26 = 1,98;$$

$$\text{Принимаем } l_4 = 1,72_{-0,26}^{+0,26};$$

$$\text{р.ц.15 } z_{20.2\min} = l_{5\min} + l_{9\min} - l_{8\max} - l_{3\max};$$

$$l_{3\max} = l_{5\min} + l_{9\min} - l_{8\max} - z_{20.2\min} = 17,77 + 4,2 - 17,89 - 0,4 = 3,68;$$

$$l_3 - \text{отверстие, поэтому } l_3 = l_{3\max} - T_3 = 3,68 - 0,3 = 3,38;$$

$$\text{Принимаем } l_3 = 3,38_{-0,3}^{+0,3}.$$

1.10 Выбор оборудования и технологической оснастки

Выбор станочного оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

В зависимости от объёма выпуска изделий выбираем универсальные станки.

Выбор приспособления. При разработке технологического процесса механической обработки заготовки необходимо правильно выбрать приспособления, которые должны способствовать повышению производительности труда, ликвидации предварительной разметки заготовки и выверки их при установке на станке.

Применение станочных приспособлений и вспомогательных инструментов при обработке заготовок даёт ряд преимуществ:

- повышает качество и точность обработки деталей;
- сокращает трудоёмкость обработки заготовок за счёт резкого уменьшения времени, затрачиваемого на установку, выверку и закрепление;
- расширяет технологические возможности станков;
- создаёт возможность одновременной обработки нескольких заготовок, закреплённых в общем приспособлении.

Выбор режущего инструмента. При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качеством обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Правильный выбор режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки. Выбор

материала для режущего инструмента зависит от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой заготовки, режимов резания и типа производства.

Режущий инструмент выбираем по соответствующим стандартам и справочной литературе в зависимости от методов обработки детали.

Таблица №12.- Выбор оборудования и режущего инструмента по маршруту обработки детали «Щит подшипниковый»

№ п/п	Наименование операции	Оборудование	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
0	1	2	3	4
005	Заготовительная			
010	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 16К20	Резец проходной упорный 2102-0501 Т15К6 ГОСТ 18868-73 Резец расточной 2140-0060 Т30К4 ГОСТ 18882-73	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89
015	Токарная с ЧПУ	Токарно-револьверный центр с ЧПУ Naas OL-1	Головка расточная SECO C4-391.0750-40; резцовая вставка A75040CC1290; пластина CC1204; державка PWLNR2525M06; токарная пластина CCMW09T308S-MF2-L1	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89, радиусомер
020	Вертикально-сверлильная	Вертикально-сверлильно-фрезерно-расточной полуавтомат 243ВМФ2	Сверло 2301-3555 ГОСТ 10903-77 Метчик М8 Цековка 2350-0662 ГОСТ 26258-87 Фреза концевая	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89. Калибр-пробка ГОСТ 16780-71
025	Слесарная	Верстак слесарный	Пневмомашинка ГОСТ 12633-90	
030	Шлифовальная с ЧПУ	3М151Ф2	Головка шлифовальная АW30х50 24А 25-Н СТ1 6 КА ГОСТ 2447-82	Образцы шероховатости
035	Контрольная	Магнофлоркс		
040	Моечная	Моечная машина Rutector UNIX 80		
045	Гальваническая	Ванна		
050	Контрольная	Стол БТК		

1.11 Расчет режимов резания

Рассчитанные или выбранные режимы резания при выполнении технологической операции должны обеспечивать требуемую точность обработки при максимальной производительности труда и минимальной себестоимости.

Произведем расчет режимов резания для чернового точения поверхности Ø152 мм предварительно:

Режущий инструмент: резец проходной упорный 2102-0501 T15K6

ГОСТ 18868-73

$t = 1,5$ мм – глубина резания;

$S = 0,15$ мм/об – продольная подача;

$D = 152$ – диаметр обрабатываемой детали;

Назначаем скорость резания $V = 170$ м/мин

Рассчитаем частоту вращения по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (8.1)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 170}{3,14 \cdot 152} = 347 \text{ мин}^{-1}$$

Назначаем частоту вращения $n = 300 \text{ мин}^{-1}$

Корректируем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (8.2)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 152 \cdot 300}{1000} = 145 \text{ м/мин}$$

Определяем основное время обработки детали

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (8.3)$$

где L - длина обработки детали

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (8.4)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности;

l_1 – длина перебега;

l_2 – длина врезания;

i - число проходов.

$$L = 18,5 + 0 + 3 = 21,5 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{21,5 \cdot 2}{300 \cdot 0,15} = 1,02 \text{ мин}$$

Произведем расчет режимов резания для сверления отверстия Ø4,6 мм.

Режущий инструмент: сверло Ø5,4 мм 2300-0171 ГОСТ 10902-77.

$S=0,5$ мм/об - подача;

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p, \quad (8.6)$$

Где, $C_m=0,0345$

$q=2$,

$y=0,8$ – из справочника.

$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0.75} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0.75} = 1$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$$\sigma_B = 750 \text{ [9]}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5,4^2 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 1 = 5,77 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяем скорость резания, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 4,6^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 1,25 = 12,4, \quad (8.7)$$

Где,

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1 \cdot 1,25 \cdot 1 = 1,25 \quad (8.8)$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \left(\frac{750}{750} \right)^{1,75} = 1 \quad (8.9)$$

$K_r = 1,0$ по таблице справочника;

$K_{uv} = 1,25$ по таблице справочника;

$K_{lv} = 1,0$ по таблице справочника;

$C_v = 9,8$

$q = 0,4$

$y = 0,5$

$m = 0,2$ по таблице справочника;

$T = 50$ мин — период стойкости сверла;

$D = 4,6$ мм — диаметр сверла;

Определим частоту вращения шпиндельной головки по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot 12,4}{3,14 \cdot 4,6} = 858 \text{ об/мин}$$

частоту вращения шпинделя принимаем равную 800 об/мин.

Реальная скорость резания составит:

$$V = \frac{3,14 \cdot 4,6 \cdot 800}{1000} = 11,5 \text{ м/мин.}$$

1.12 Нормирование технологического процесса

Технической нормой времени называется время, необходимое для выполнения технологической операции в конкретных производственных условиях. Расчет заработной платы, входящей в себестоимость продукции и сравнение трудоемкости различных операций производится на основании штучно-калькуляционного времени, которое определяется по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз}/n, \quad (9.1)$$

где $T_{шт}$ — штучное время в минутах;

$T_{пз}$ — подготовительно-заключительное время на партию деталей, оно складывается из времени наладки станка, инструмента и приспособления, а также на получение инструмента и приспособлений до начала сдачи их после окончания обработки;

n — количество деталей в партии.

Количество деталей в партии можно определить исходя из годовой программы выпуска данных деталей $N=15000$, числа дней, на которое необходимо иметь запас деталей на складе $T_y = 30$ и числа рабочих дней в году $\Phi_k = 250$.

$$n = \frac{N}{\Phi_y} \cdot T_y = \frac{15000}{250} \cdot 30 = 1800 \text{ шт.} \quad (9.2)$$

Штучное время определяется следующим образом:

$$T_{шт} = T_o + T_{в} + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд}, \quad (9.3)$$

где T_o – основное время, в течение которого происходит изменение формы или состояния поверхности обрабатываемой детали;

$T_{в}$ – вспомогательное время;

$T_{тех}$ – время технического обслуживания рабочего места;

$T_{орг}$ – время организационного обслуживания рабочего места;

$T_{отд}$ – время на личные надобности рабочего.

Основное время определяется по формуле:

$$T_o = i \frac{L}{n \cdot s} = i \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot s} \quad (9.4)$$

где i – количество переходов в данной операции;

L – глубина резания;

$l_1=4$ и $l_2=2$ - врезание и перебег инструмента

s – подача станка;

n – частота оборотов шпинделя станка.

Техническое нормирование на токарную операцию:

$$T_{шт} = T_{шт} + T_{нз}/n \quad (9.5)$$

$n = 1800$ шт

$T_{нз} = 11,5$ мин – подготовительно-заключительное время обработки на одну деталь (3,5 мин – установить и закрепить деталь в патроне и снять деталь, 4 мин – получить чертеж, технологическую документацию, программноноситель, 2 мин – ознакомиться с чертежом, документацией, 2 мин – инструктаж мастера).

$$T_{шт} = T_o + T_{в} + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд} \quad (9.6)$$

Вспомогательное время складывается из времени выверки детали в патроне при помощи индикатора (0,9 мин), времени закрепления (1,04 мин), времени на управление станком (1,3 мин)

$$T_{\varepsilon} = 0,9 + 1,3 + 1,04 = 3,24 \text{ мин.}$$

Время на организационное обслуживание рабочего места:

$$T_{\text{мех}} = 1,34 \text{ мин}$$

$$T_{\text{омд}} = 2,35 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 1,02 + 3,24 + 1,34 + 2,35 = 7,95 \text{ мин}$$

$$T_o = \frac{21,5 \cdot 2}{300 \cdot 0,15} = 1,02 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шк}} = 7,95 + 11,5/120 = 8,05 \text{ мин}$$

Техническое нормирование на сверлильную операцию:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{нз}}/n \quad (9.7)$$

$$n = 1800 \text{ шт}$$

$T_{\text{нз}} = 10,4 \text{ мин}$ – подготовительно-заключительное время обработки на одну деталь (4,1 мин – установить и закрепить деталь в специальном приспособлении, 2,3 мин – получить чертеж, технологическую документацию, 2 мин – ознакомиться с чертежом, документацией, 2 мин – инструктаж мастера).

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\varepsilon} + T_{\text{мех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{омд}} \quad (9.8)$$

Вспомогательное время складывается из времени выверки детали в приспособлении при помощи индикатора (1,3 мин), времени закрепления (1,24 мин), времени на управление станком (1,1 мин).

$$T_{\varepsilon} = 1,3 + 1,24 + 1,1 = 3,65 \text{ мин.}$$

Время на организационное обслуживание рабочего места:

$$T_{\text{мех}} = 0,85 \text{ мин};$$

$$T_{\text{омд}} = 3,14 \text{ мин.}$$

Основное время определяется по формуле:

$$T_o = i \frac{L}{n \cdot s} = i \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot s} \quad (9.9)$$

$$T_o = 3 \frac{7 + 4 + 2}{800 \cdot 0,15} = 0,325 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,325 + 3,65 + 0,85 + 3,14 = 7,965 \text{ мин};$$

$$T_{\text{шк}} = 7,965 + 10,4/1800 = 7,97 \text{ мин.}$$

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор базовой конструкции приспособления

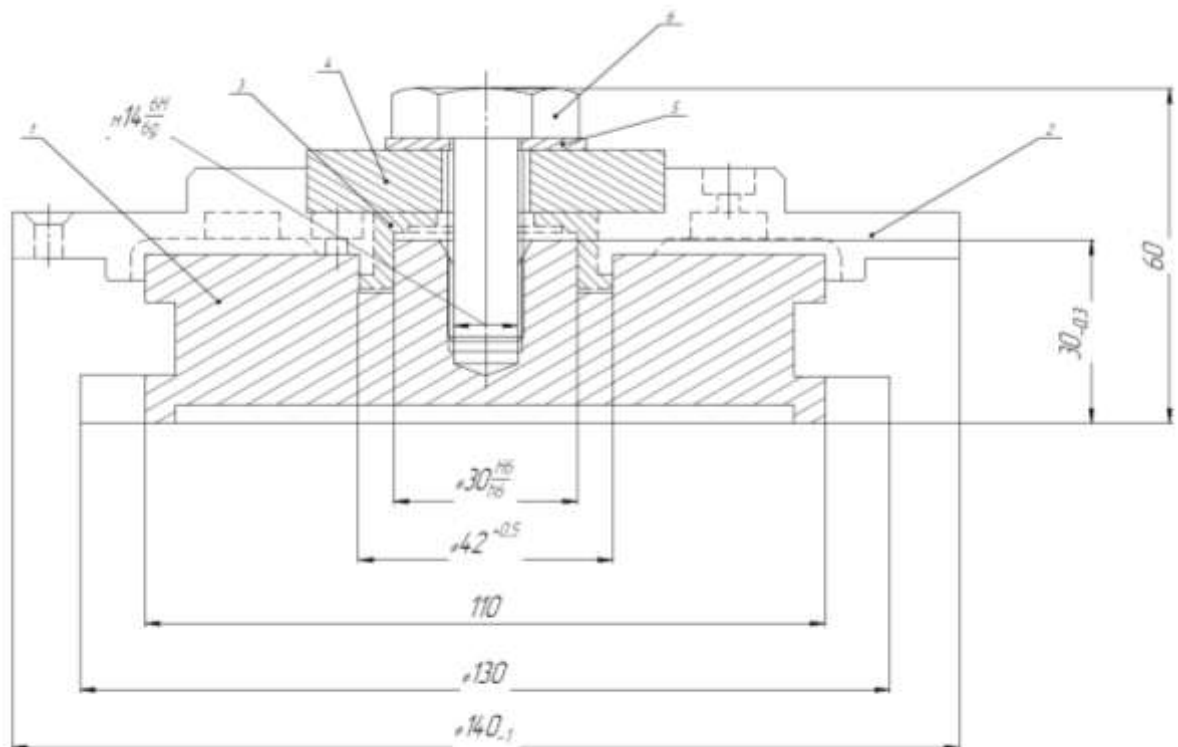
Таблица №13 Техническое задание на проектирование специального приспособления

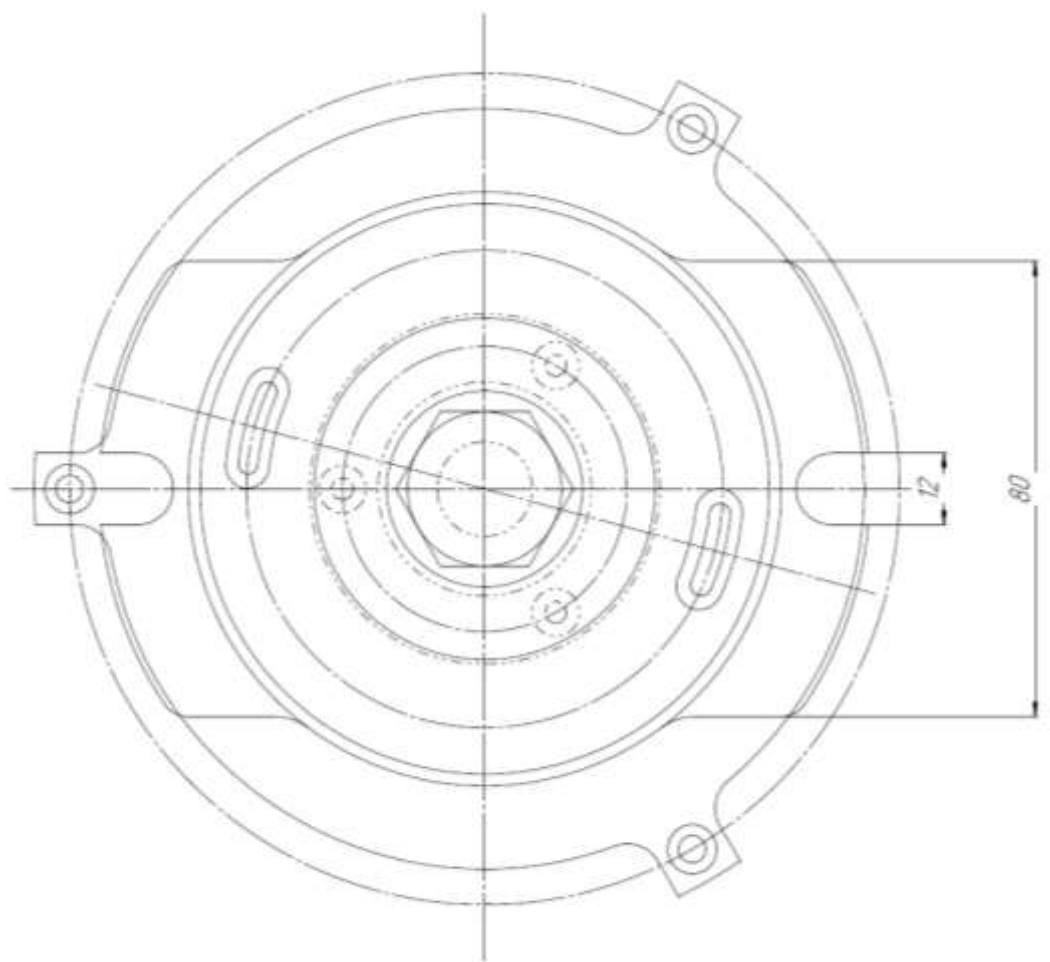
Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «Щит подшипниковый» на Вертикально-сверлильно-фрезерно-расточной полуавтомат 243ВМФ2
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «крышка подшипника»
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечивать: точную установку и надежное закрепление заготовки «крышка подшипника» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятие заготовки.
Технические (тактико-технологические) требования	Тип производства - мелкосерийный Программа выпуска - 15000 шт. в год Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку 243ВМФ2.
Документация подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертежи общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

2.2 Описание принципа работы

Оправка 1 устанавливается на поворотный стол, закрепленный на фрезерном столе. Деталь 2 устанавливается на оправку и базируется на втулку 3, так же отверстие $\varnothing 3,6$ мм совмещается с штифтом 7 для углового позиционирования детали на оправке. Далее устанавливается прижимное кольцо 4, шайба 5 и заворачивается болт 6 для закрепления непосредственно на оправке. После установки заготовки следует настройка фрезерного станка с ЧПУ. Фрезерная операция выполняется за один установ и включает в себя фрезерование двух пазов длиной 21 мм и шириной 8 и 3,5 мм соответственно. После выполнения операции, заготовка снимается, для этого необходимо выкрутить болт, удалить шайбу, кольцо и извлечь заготовку. Следующая заготовка устанавливается аналогично. Настройка станка уже не требуется.





2.3 Расчет сил закрепления

$$kM_{\text{сдв}} \leq M_{\text{тр}}$$

$$S_z = 0,06 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}; n = 6000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}; Z = 2; B = 4 \text{ мм}; t = 8 \text{ мм}$$

Болт М14

Определяем главную составляющую силы резания

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot k \cdot K_{\text{мр}}$$

$K_{\text{мр}} = 2,$ [11. табл. 10 стр. 265]

Значение коэффициента C_p и показателей степени

$$C_p = 12,5; x = 0,85; y = 0,75; u = 1; q = 0,73; w = -0,13; k = 0,25$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 8^{0,85} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 4^1 \cdot 2}{8^{0,73} \cdot 6000^{-0,13}} \cdot 2 \cdot 0,25 = 241,5 \text{ Н} = 24,15 \text{ кгс}$$

1. Определяем силу закрепления заготовки

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$$

k_0 – гарантированный коэффициент запаса силы закрепления;

k_1 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на заготовках;

k_2 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за затупления режущего инструмента;

k_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

k_4 – коэффициент, учитывающий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом;

k_5 – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах;

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,5 = 4,212$$

$P_h = (0,2 \dots 0,4) \cdot P_z$ – горизонтальная составляющая силы резания;

$$P_h = 0,4 \cdot 214,5 = 85,8 \text{ Н}$$

$$Q = \frac{k \cdot P_h}{2 \cdot (f_1 + f_2)}, \text{ Н}$$

k – общий коэффициент запаса силы зажима;

f_1, f_2 – коэффициенты трения в зонах контакта заготовки с зажимными и установочными элементами приспособления соответственно;

$$Q = \frac{4,212 \cdot 85,8}{2 \cdot (0,16 + 0,16)} = 564,7 \text{ Н}$$

2. Рассчитаем силу зажима W для винтового механизма

Q – момент, развиваемый на рукоятке, для получения заданной силы закрепления определяется по формуле:

$$W \cdot l = Q \cdot r_{cp} \cdot tg(\alpha + \varphi)$$

r_{cp} – средний радиус резьбы;

φ – угол трения в резьбе;

l – длина рукоятки ключа;

α – угол подъёма резьмы;

$$\alpha = \arctg\left(\frac{p}{\pi \cdot d}\right)$$

p – шаг резьбы;

d – номинальный диаметр резьбы болта;

$$\alpha = \arctg\left(\frac{2}{3,14 \cdot 14}\right) = 2,6^\circ$$

$$W = \frac{Q \cdot r_{cp} \cdot tg(\alpha + \varphi)}{l} = \frac{564,7 \cdot 0,45 \cdot tg(10,5 + 2,6)}{400} = 0,15 \text{ Н}$$

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данном разделе рассматривается конкурентоспособность изготовления детали «Щит подшипниковый», а также показатели ресурсоэффективности и ресурсосбережения данного проекта.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» будут рассмотрены:

потенциальные потребители результатов исследования;

анализ конкурентных технических решений;

SWOT - анализ – структура работ в рамках научного исследования;

график проведения научного исследования;

бюджет научно-технического исследования (НТИ).

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Чтобы определить потенциальных потребителей данной разработки, необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Сегментирование рынка по разработке испытательного стенда для определения шумовых характеристик ОУ производят по критериям: размер компании и вид реализации испытательного стенда (Таблица №14).

Таблица №14 – Карта сегментирования рынка по разработке испытательного стенда для определения шумовых параметров операционного усилителя

Критерии		Вид реализации	
		Аппаратная	Аппаратно-программная
Размер компании	НПЦ – Полюс		
	ТЭМЗ		
	НПО		
	Сибэлектромотор		

Из анализа карты, можно сделать вывод, что аппаратная реализация может использоваться всеми компаниями, и поэтому высока конкуренция. Аппаратно-программная реализация может осуществляться только фирмой «НПЦ – Полюс». Поэтому, разрабатываемая в ходе написания ВКР, изготавливаемая деталь не имеет конкуренции и будет востребована у компаний, занимающихся разработкой и изготовлением электродвигателей.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают

в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в разрабатываемый объект.

Чтобы выявить ресурсоэффективность разработки и определить направления для ее будущего повышения, необходимо провести анализ конкурентных технических решений. Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, которая приведена в Таблице №15 Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле

$$K = \sum B_i \cdot V_i ,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Коэффициент конкурентоспособности предприятия:

$$K_k = \frac{K_{\phi}}{K_{\text{ксп}}} = \frac{4,01}{(4,06 + 2,87)/2} = 1,16,$$

так как $K_k > 1$, следовательно, предприятие конкурентоспособно.

В таблице представлены следующие показатели конкурентоспособности: изготавливаемая деталь «Щит подшипниковый» (Ф), «Щит подшипниковый» НПЦ – Полюс (к1), аппаратный способ реализации детали (к2).

Таблица №15 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Качество	0,35	4	5	2	1,4	1,75	0,70
2. Способ изготовления	0,10	4	4	2	0,40	0,40	0,20
3. Износостойкость	0,02	4	4	1	0,08	0,08	0,02
4. Универсальность	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,20
5. Простота эксплуатации	0,08	5	5	3	0,40	0,40	0,24
6. Взаимозаменяемость	0,05	3	3	2	0,15	0,15	0,10
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,10	5	4	3	0,50	0,40	0,30
2. Окупаемость	0,05	4	2	5	0,20	0,10	0,25
3. Конкурентоспособность	0,07	3	2	3	0,21	0,14	0,21
4. Себестоимость	0,13	4	3	5	0,52	0,39	0,65
Итого	1	39	37	30	4,01	4,06	2,87

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – слабая позиция, а 5 – сильная. Веса показателей в сумме должны составлять 16.

3.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, которые описывают качество новой разработки и ее перспективность на рынке, и позволяют принимать решение целесообразности вложения денежных средств в разрабатываемый проект. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины групп показателей оценки коммерческого потенциала разработки и оценки качества разработки. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений по технологии QuaD представлена в Таблице №16.

Таблица №16 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5×2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Качество	0,35	85	100	0,85	0,298
2. Способ изготовления	0,10	70	100	0,70	0,007
3. Износостойкость	0,05	70	100	0,70	0,035
4. Универсальность	0,05	55	100	0,55	0,028
5. Простота эксплуатации	0,08	65	100	0,65	0,052
6. Взаимозаменяемость	0,02	70	100	0,70	0,014
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Цена	0,10	85	100	0,85	0,085
2. Окупаемость	0,07	75	100	0,75	0,053
3. Конкурентоспособность	0,05	75	100	0,75	0,038
4. Себестоимость	0,13	85	100	0,85	0,111
Итого	1				0,721

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot B_i,$$

где $P_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение $P_{ср}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $P_{ср}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая. Таким образом, в результате расчетов получено $P_{ср} = 72 \%$, следовательно, разработка перспективна, так как перспективность выше среднего.

3.1.4 SWOT-анализ

Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта, данный вид анализа позволяет определить сильные и слабые стороны проекта, выявить возможностей и угрозы для его реализации, которые проявились или могут появиться в его внешней и внутренней среде, результаты SWOT-анализа представлены в таблице №17.

Таблица №17 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны: С1. Автоматизированное управление; С2. Высокая точность изготовления; С3. Повышение производительности труда; С4. Простота и удобство при сборке.</p>	<p>Слабые стороны: Сл1. Возможное появление дефектов материала; Сл2. Ограниченная целевая аудитория. Сл3. Преждевременный износ. Сл4. Высокая себестоимость.</p>
<p>Возможности: В1. Использование сотрудниками «НПЦ – Полус»; В2. Использование сотрудниками сторонних предприятий или организаций; В3. Рост рынка; В4. Обеспечение дальнейшей эксплуатации.</p>	<p>В1С3. Использование базы «НПЦ – Полус» повысит производительность; В2С2С3. Использование сотрудниками сторонних организаций повысит производительность труда и точность результатов; В4С1. Автоматизированное управление позволяет изолировать оператора от подвижных частей оборудования; В3С1С2. Увеличение доли рынка за счет использования всех конструктивных и технических характеристик</p>	<p>В4Сл1. Обеспечение безопасности при эксплуатации снижает риск появления чрезвычайных ситуаций; В3Сл2. Расширение области применения расширит и целевую аудиторию. В4Сл3. Установка в защитный кожух позволит устранить случайные повреждения и выход из строя.</p>
<p>Угрозы: У1. Повышение цен на материалы; У2. Ужесточение требований эксплуатации. У3. Обвал рынка потребления. У4. Смена направления производства.</p>	<p>У2С1С2С4. Расширение функциональных возможностей; У1С3. Производительность труда будет компенсировать повышение цен. У3.С4. Возможность перенастройки под соответствующие требования.</p>	<p>У2Сл1. Усиление защит от возникновения ЧС.</p>

Благодаря SWOT матрице мы можем обозначить основные стратегические направления по улучшению проекта в ближайшем будущем:

продвижение проекта на рынке в целях привлечения целевой аудитории;

повышение уровня безопасности при работе с данным проектом и обязательное соблюдение необходимых требований по безопасности;

обеспечение стабильной работы и защита от непреднамеренных поломок со стороны пользователя;

расширение области использования проекта и обеспечение возможности модернизации;

анализ стоимости используемых компонентов и поиск аналогов на рынке в целях снижения себестоимости продукта.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научного исследования была создана рабочая группа, в которую вошли научный руководитель (НР) и непосредственно студент (С), выполняющий написание бакалаврской ВКР.

В данном подразделе был создан перечень работ и отдельных этапов в рамках проведения исследования, а также приведены исполнители по каждому виду работ. Данный перечень представлен в Таблице №18.

Таблица №18 – Перечень работ, этапов и распределение исполнителей

Основные этапы	Номер работы	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	НР
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материала по теме	С
	3	Выбор направления исследования	НР, С
	4	Календарное планирование работ по теме	НР
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изучение теоретического материала по выбранному направлению	С
	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	С
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	НР, С
	8	Проведение эксперимента	С
	9	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	С
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	С

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкости выполнения работ для каждого исполнителя является важным моментом, т.к. трудовые затраты чаще всего являются основной частью стоимости проведенного исследования.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости $t_{ожі}$ рассчитано по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемое значение трудоемкости выполнения i -ой работы, чел.-дн.;
 $t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость заданной i -ой работы, чел.дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость заданной i -ой работы, чел.-дн.

Исходя из полученных значений $t_{ожі}$, рассчитывается продолжительность каждого вида работы в рабочих днях T_r по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

В качестве графика проведения научного исследования использовалась диаграмма Ганта, т.к. она является наиболее наглядным и удобным способом построения ленточного графика.

Для удобства разработки графика необходимо перевести длительность каждого этапа работ из рабочих дней в календарные. Продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях T_{ki} рассчитывается по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где T_{pi} – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

T_{ki} – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности в свою очередь рассчитывается по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения представлены в Таблице 19.

Таблица №19 – Временные показатели проведения научного исследования

Номер работы	Исполнитель	Трудоемкость работы			Длительность работ в рабочих днях T_{pi} , раб. дн	Длительность работ в календарных днях T_{ki} , кал. дн.
		t_{min} , чел.-дн.	t_{max} , чел.-дн	$t_{ожі}$, чел.-дн.		
1	НР	1	2	1,4	1,4	2
2	С	5	10	7	7	9
3	НР	1	3	1,8	0,9	1
	С	5	8	6,2	3,1	4
4	НР	2	4	2,8	2,8	3
5	С	15	20	17	17	21
6	С	10	14	11,6	11,6	14
7	НР	2	6	3,2	1,6	2
	С	6	10	7,6	3,8	5
8	С	3	6	4,2	4,2	5
9	С	2	3	2,4	2,4	3
10	С	3	5	3,8	3,8	5

В соответствии с производственным календарем на 2018 год календарных дней – 365, выходных и праздничных дней при шестидневной рабочей неделе – 66. Таким образом, получили значение $k_{кал} = 1,22$.

На основании Таблицы №19 был построен календарный план-график, который приведен в Таблице №20 .

Таблица №20 – Календарный план-график

Номер работы	Исполнитель	T _{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ			
			февраль	март	апрель	май
1	НР	2				
2	С	9	■			
3	НР	1				
	С	4		■		
4	НР	3				
5	С	21		■		
6	С	14				
7	НР	2			■	
	С	5				
8	С	5			■	
9	С	3				
10	С	5				■

3.3 Определение бюджета научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования (НТИ) необходимо обеспечить полное и достоверное отражение всех видов расходов, которые связаны с его выполнением. Для определения бюджета НТИ в рамках выполнения ВКР с учетом выбранного направления исследования и исполнителей работ были рассчитаны материальные затраты, основная заработная плата исполнителей темы, дополнительная заработная плата исполнителей темы, отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления), накладные расходы.

3.2.3. Расчет материальных затрат научно-технического исследования

В рамках расчета материальных затрат НТИ должны быть учтены:

- приобретаемые сырье и материалы, необходимые для создания стенда;

- затраты на дополнительные комплектующие;
- сырье, материалы, различные комплектующие изделия, применяемые в качестве объектов исследования;
- затраты на канцелярские принадлежности.

Материальные затраты на i -й материальный ресурс рассчитывается по формуле:

$$З_M = (1 + k_T) \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расхi} ,$$

где – k_T коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;

m – количество видов материальных ресурсов, используемых для выполнения научного исследования;

$Ц_i$ – цена на приобретение i -го вида приобретаемого материального ресурса;

$N_{расхi}$ – количество материального ресурса i -го вида, которое планируется для использования при выполнении научного исследования.

Для реализации данного научного проекта необходимы электронные компоненты. Результаты расчетов материальных затрат представлены в Таблице 21. В ходе научно-технического исследования у приобретенных видов продукции не было остатков, следовательно, не нужно исключать стоимость возвратных отходов.

Таблица №21 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, $З_M$, руб.
Микросхема DS1267S-010 Dallas	шт	1	280	280
Макетная плата 90*150 мм	шт	1	100	100
Операционный усилитель К544УД2А	шт	1	193	193
Операционный усилитель AD797AN	шт	1	614	614
Резисторы проволочные ПТМН	шт	9	10	90
Резисторы проволочные	шт	2	80	160
Герконовое реле РГК15	шт	1	420	420
Заправка картриджа	шт	1	300	300
Пачка бумаги формата А4	шт	1	260	260
Итого:		18	2257	2417

3.2.4 Расчет основной заработной платы исполнителей темы

Заработная плата участников выполнения НТИ учитывает основную заработную плату и дополнительную и рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп},$$

где $З_{осн}$ – величина основной заработной платы;

$З_{доп}$ – величины дополнительной заработной платы (15 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата одного исполнителя от предприятия рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p ,$$

где $З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых исполнителем, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад, руб.;

M – количество месяцев работы исполнителя без отпуска в течение года (при шестидневной рабочей неделе и отпуске в 48 рабочих дней значение составляет $M = 10,4$ месяца);

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. Действительный годовой фонд рабочего времени для С – 248, для НР – 170

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p ,$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, принятый за 20 % от заработной платы по тарифной ставке;

k_p – районный коэффициент (для г. Томска – 1,3).

В свою очередь тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{тс}} = T_{\text{ci}} \cdot k_T ,$$

где T_{ci} – тарифная ставка работника первого разряда, равная 600 руб.;

k_T – тарифный коэффициент, учитываемый по единой тарифной сетке для бюджетных организаций: для НР k_T (НР) принимается равным 2,047; для С k_T (С) – 1,407.

По результатам расчетов была заполнена Таблица №22.

Таблица №22 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	k_T	$Z_{ТС}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
НР	2,047	1228,2	0,3	0,2	1,3	2395	149,33	7	1045,31
С	1,407	844,2	0,3	0,2	1,3	1646,2	70,36	89	6262,04
Итого									7307,36

3.2.5 Расчет дополнительной заработной платы исполнителей темы

Дополнительная заработная плата учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом Российской Федерации доплат за отклонения от нормальных условий труда, а также выплаты, связанные с обеспечением компенсаций и гарантий.

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{доп} = Z_{осн} + k_{доп} ,$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый на стадии проектирования за 0,15.

В результате получили следующие значения: ЗДОП(НР) = 156,80 руб; ЗДОП(С) = 939,31 руб.

3.2.6 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Данная статья расходов отражает обязательные отчисления по нормам, установленным законодательством Российской Федерации, органам пенсионного фонда, государственного социального страхования, медицинского страхования, а также затраты на оплату труда работников.

Отчисления во внебюджетные фонды $Z_{внеб}$ рассчитывается по формуле:

$$Z_{внеб} = (Z_{доп} + Z_{осн}) \cdot k_{внеб} ,$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент уплаты во внебюджетные фонды, принятый равным 27,1 % для учреждений, осуществляющих научную деятельность. Величина отчислений во внебюджетные фонды представлена в Таблице №23.

Таблица №23 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	З _{осн} , руб.	З _{доп} , руб.	k _{внеб}	З _{внеб}
НР	1045,31	156,80	0,271	325,77
С	6262,04	939,31	0,271	1951,57
Итого	7307,36	1096,11	-	2277,34

3.2.7 Расчет накладных расходов

В накладные расходы должны быть включены те затраты организации, которые не попали в предыдущие статьи расходов: оплата электроэнергии, услуг связи, размножение материалов, печать и ксерокопирование материалов и т.д. Накладные расходы З_{накл} рассчитываются по формуле:

$$З_{\text{накл}} = (З_{\text{доп}} + З_{\text{осн}} + З_{\text{внеб}}) \cdot k_{\text{нр}},$$

где k_{нр} – коэффициент накладных расходов, взятый в размере 16 %.

Получили следующие значения: З_{накл}(НР) = 244,46 руб; З_{накл}(С) = 1464,47 руб.

3.2.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Полученная в результате величина затрат на научно- исследовательскую работу является базой для формирования бюджета затрат на проект. Определение бюджета затрат на НТИ представлено в Таблице №24.

Таблица №24 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма,руб		Номер пункта
	НР	С	
1.Материальные затраты НТИ	-	560	5.3.1
2.Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.	-	5603	5.3.1
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы.	1045,31	6262,04	5.3.2
4.Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы.	156,80	939,31	5.3.3
5.Отчисления во внебюджетные фонды.	325,77	1951,57	5.3.4
6. Накладные расходы	244,46	1464,47	5.3.5
Бюджет затрат НТИ	1772,34	16780,39	

3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где – $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$ интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральные показатели для различных исполнений:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } 1} = \frac{1772,34}{16780,39} = 0,1; \quad I_{\text{финр}}^{\text{исп } 2} = \frac{16780,39}{16780,39} = 1.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в Таблице №25.

Таблица №25 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1.Повышение производительности труда пользователя	0,40	5	4
2.Удобство в эксплуатации	0,30	5	4
3. Энергосбережение	0,18	4	3
4. Надежность	0,12	4	4
Итого	1	4,5	3,75
$I_{p1} = 0,4 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,18 \cdot 4 + 0,12 \cdot 4 = 4,7;$ $I_{p2} = 0,4 \cdot 4 + 0,3 \cdot 4 + 0,18 \cdot 3 + 0,12 \cdot 4 = 3,82.$			

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{испi} = \frac{I_{pi}}{I_{финr i}},$$

Получаем, $I_{\text{исп1}} = 47$, $I_{\text{исп2}} = 3,82$.

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволяет определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$) определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}},$$

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что наиболее эффективный вариант решения технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности это первый вариант исполнения разработки. Сравнительная эффективность разработки приведена в Таблице №26.

Таблица №26 – Сравнительная эффективность разработки

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1.Повышение производительности труда пользователя	0,40	5	4
2.Удобство в эксплуатации	0,30	5	4
3. Энергосбережение	0,18	4	3
4. Надежность	0,12	4	4
Итого	1	4,5	3,75
$I_{p1} = 0,4 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,18 \cdot 4 + 0,12 \cdot 4 = 4,7;$ $I_{p2} = 0,4 \cdot 4 + 0,3 \cdot 4 + 0,18 \cdot 3 + 0,12 \cdot 4 = 3,82.$			

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрен цех по производству деталей типа «Щит подшипниковый». Он состоит из основного помещения на первом этаже корпуса, где располагается металлорежущие оборудование и вспомогательных (раздевалки, инструментальный склад, склад готовой продукции, склад ГСМ, туалет, кабинеты ИТР и ОТК).

При проектировании рабочего помещения должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, наличие вредных веществ, электрической опасности и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании механического цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как цех механообработки находится в городе Томске, наиболее вероятной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной геополитической ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть теракт.

4.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды

В цехе, где находятся различные электроустановки, станки, а также используется СОЖ и различные смазывающие масла, могут быть следующие вредные и опасные факторы, а именно наличие:

- а) непригодного микроклимата;
- б) вредных веществ;

- в) производственного шума;
- г) неправильной или недостаточной освещенности;
- д) электрическая опасность;
- е) движущиеся машины и механизмы.

4.1.1 Микроклимат

Микроклимат в производственном цеху определяется такими параметрами как:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре в помещении происходит повышенный приток крови к поверхности тела, обильное потоотделение и вследствие, потеря жидкости организмом. При низкой температуре на рабочем месте, приток крови к поверхности тела замедляется, повышается вероятность переохлаждения организма. В обоих случаях снижается работоспособность и внимание, что может привести к несчастному случаю.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять меры по недопущению чрезмерного охлаждения помещения через окна и двери и проезды. (Установка пластиковых окон, утепление дверей, установка воздушных завес). В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей (установка жалюзи), возможность проветривания помещения.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к обслуживанию металлообрабатывающих станков, относится к категории средних работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в Таблице №27.

Таблица №27 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	$\leq 0,1$
Теплый	средняя	15 - 28	20 - 80	$< 0,5$

Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении. При проектировании систем отопления и вентиляции механических цехов основными вредными производственными факторами являются пары смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и технологических смазок (ТС), абразивная и металлическая пыль, выделяющиеся в процессе станочной обработки металлов резанием.

Отопление механических цехов следует предусматривать водяное, паровое, воздушное или с нагревательными приборами.

Местные вытяжные системы, удаляющие от станков пыль и аэрозоль СОЖ, должны быть отдельными и снабжены сепараторами с дренажными устройствами.

4.1.2 Вредные вещества

Основными вредными веществами в металлообрабатывающем цехе являются технологические масла (ТС), и смазывающе-охлаждающая жидкость (СОЖ).

Пары этих жидкостей не должны превышать норм содержания в воздухе гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г.

Таблица №28 – Токсичность приоритетных компонентов СОЖ и продуктов их термоокислительной деструкции

Вещества	ПДК, мг/м3	Класс опасности
Акриловая кислота	5,0	3
Акролеин	0,2	2
Аммиак	20	4
Ацетон	200	4
Бутадиен	100	4
Бутилакрилат	10	3
Винилацетат	0,2	2
Гексахлорэтан	0,08	1
Дихлорэтан	10	2
Метанол	5,0	3
Метатиол	0,8	2
Метилакрилат	5,0	3
Метилпропионат	10,0	3
Хлористый водород	5,0	2
Бензол	5,0	2

Средствами защиты вредных веществ могут служить:

- автоматизация технологического процесса;
- механическая вентиляция помещения;
- герметизация оборудования;
- СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

4.1.3 Производственный шум

ПДУ шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 82 дБА.

Основные источники шума при работе оборудования:

- двигатели приводов;
- зубчатые передачи;
- подшипники качения;
- неуравновешенные вращающиеся части станка;
- силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями;
- трение и соударение деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров;

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ:

- устранение причин шума или существенное его ослабление;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения.

Используют звукопоглощающие навесные элементы в районе потолка, элементы и панели в верхней части стен, а также звукопоглощающие напыления на стены и пол (звукопоглощающий, иглопробивной материал из пенополиэтилена и акустический войлок). Для виброизоляции – использование в станках виброизолирующих опор (пружинных и резиновых).;

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения по цеху;

СИЗ:

- В качестве индивидуальных средств защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противозумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука. (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ).

4.1.4 Освещенность

Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки, ОТК. (Г-0.8)» составляют 300 люкс.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Расчёт общего освещения выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta}$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, 300 лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp} / E_{min} . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

N – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A+B)$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по табл. выбираем ближайшую стандартную лампу и определяем электрическую мощность осветительной системы.

Основное станочное помещение с размерами:

длина $A = 19$ м,

ширина $B = 10,5$ м,

высота $H = 5$ м.

Высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,8$ м.

Требуемая освещенность $E = 300$ лк.

Коэффициент отражения стен $\rho_c = 50 \%$, потолка $\rho_n = 70 \%$.

Коэффициент запаса $k = 1,8$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ 80, со световым потоком ФЛД = 4220 Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-80.

Одним из критериев оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 5 - 0,8 - 0,3 = 3,9 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 3,9 = 4,29 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{10,5}{4,29} = 2,64 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{19}{4,29} = 4,42 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{4,29}{3} = 1,43 \text{ м.}$$

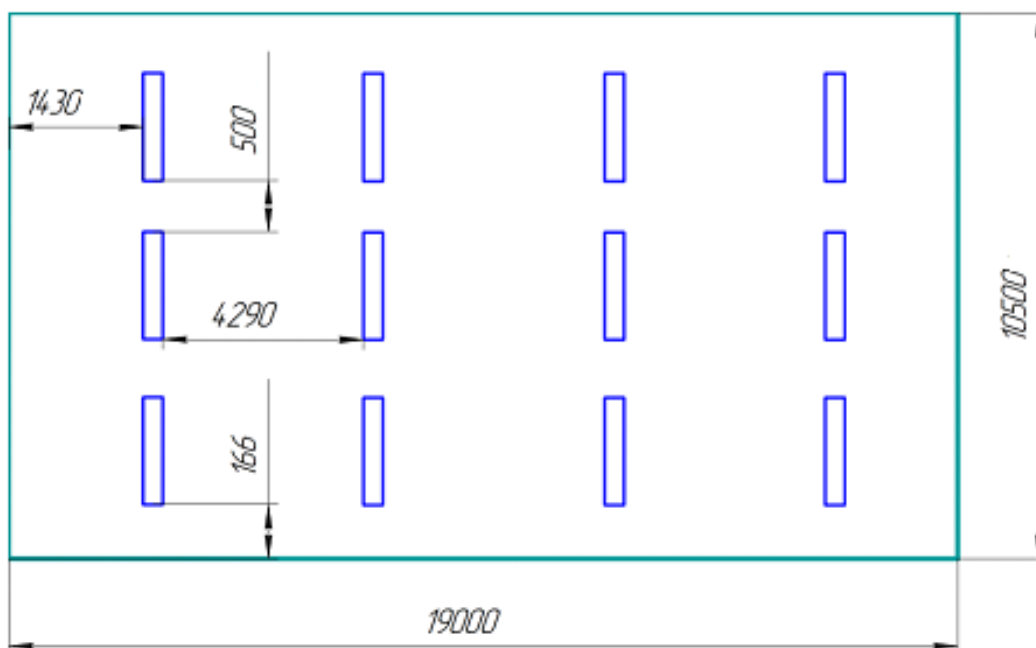


Рисунок 4 – Схема расположения светильников в производственном помещении.

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{19 \cdot 10,5}{3,9 \cdot (19 + 10,5)} = 1,73$$

Коэффициент использования светового потока для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при:

$\rho_{\text{П}} = 70 \%$;

$\rho_{\text{С}} = 50\%$;

Индекс помещения $i = 1,6$ равен $\eta = 0,61$.

Потребный световой поток люминесцентной лампы светильника определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 19 \cdot 10,5 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,61} = 4047,23 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{4220 - 4047,23}{4220} \cdot 100\% = 4,09\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 4,09\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

4.1.5 Электрическая безопасность

Электробезопасность представляет собой систему мер и мероприятий, направленных на защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока.

Электроустановки разделяют по напряжению: с напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

Механический цех можно отнести к помещениям с повышенной опасностью, в котором существуют такие условия как: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства.

Все изолирующие защитные средства делятся на:

- а) основные защитные средства;
- б) дополнительные защитные средства.

В электроустановках напряжением до 1000 вольт:

- электрические перчатки;
- инструмент с изолированными рукоятками;
- указатели напряжения.

Дополнительными называются такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от напряжения током. Они являются дополнительной к основным средствам мерой защиты.

В электроустановках напряжением до 1000В:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические резиновые коврики;
- изолирующие подставки.

Основные и дополнительные защитные средства при всех операциях должны применяться совместно друг с другом.

Средства коллективной защиты в механическом цехе от поражающего действия тока:

1. Защитное заземление — принудительное соединение с землей оборудования, которые, обычно, не находятся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением в силу разных обстоятельств.

Назначение заземления — устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения частях электрооборудования.

2. Зануление. Занулением называется присоединение к неоднократно заземленному нулевому проводу питающей сети корпусов и других металлических частей электрооборудования, которые нормально не находятся под напряжением.

Задача зануления та же, что и защитного заземления: устранение опасности поражения людей током при пробое на корпус. Решается эта задача автоматическим отключением поврежденной установки от сети.

3. Защитное отключение. Защитным отключением называется устройство, быстро (не более 0,2 с) автоматически отключающее участок электрической сети при возникновении в нем опасности поражения человека током.

Основными частями являются прибор защитного отключения и автоматический выключатель.

Защитное устройство отключения, которое реагирует на изменение напряжение корпуса относительно земли, если оно окажется выше некоторого предельно допустимого значения $U_{к.доп}$, вследствие чего прикосновение к корпусу становится

опасным. Предназначено устранить поражения электрическим током при появлении на заземленном или зашунтованном корпусе повышенного напряжения. Эти устройства являются дополнительной мерой защиты к заземлению или занулению.

4. Защитные ограждения. К ограждениям и оболочкам относятся защитные устройства, предназначенные для предотвращения прикосновения и приближения людей к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Ограждение токоведущих частей, как правило, предусматривается конструкцией электрооборудования.

Электрические машины, аппараты и приборы имеют корпуса, кожухи и оболочки, надёжно защищающие токоведущие части от прямого (случайного) прикосновения.

Голые провода и шины, а также приборы, аппараты, распределительные щиты, клемники и т.п. конструктивно имеющие незащищенные и доступные прикосновению токоведущие части помещают в специальные шкафы, камеры, ящики, закрываемые сплошными или сетчатыми ограждениями.

Сплошные ограждения обязательны для электроустановок, размещённых в местах, где могут находиться люди, не связанные с обслуживанием электроустановок – в бытовых, общественных и производственных (не электротехнических помещениях).

Сетчатые ограждения применяются в электроустановках доступных только квалифицированному электротехническому персоналу. В закрытых электроустановках ограждения должны иметь высоту не менее 1,7 м, а в открытых – не менее 2,0 м.

5. Разделительные трансформаторы. Их используют для изоляции подключаемого оборудования от контура заземления.

4.1.6 Движущиеся машины и механизмы

Движущиеся механизмы и их составные части – это опасный производственный фактор, который опасен возможностью получения механической травмы в результате контакта движущейся части механизма с человеком.

Условия существования или возникновения потенциальной опасности воздействия движущегося механизма на человека можно рассмотреть, как:

Предусмотренные технологическим процессом (например, работа с подъемно-транспортным оборудованием, станками, прессами, и т.д.).

Приводящие к опасности из-за ошибок в монтаже и конструкции объекта (например, обрывы конструктивных элементов и их падение, разрушение от коррозии и т.п.).

Возникающие при каком-либо изменении технологического процесса или применении другого типа оборудования.

Человеческий фактор.

К основным средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

- оградительные (местные ограждения, крышки, кожуха и др.);
- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные;
- дистанционного управления;
- тормозные;
- знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-76

4.1.7 Пожарная безопасность

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для рабочих и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются специальными государственными постановлениями и указами СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и

сооружений, ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда «Пожарная безопасность. Общие требования».

При проектировании и строительстве производственных зданий и сооружений необходимо учитывать категорию пожарной безопасности производства. Согласно строительным нормам и правилам в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности производства подразделяются на категории, здания: А,Б,В,Г,Д. Помещения А,Б,В1-В4, Г,Д

Согласно данной классификации производство детали "Щит подшипниковый" относится к категории В (пожароопасная) относится производства, связанные с применением горючих и трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих материалов и веществ, а также материалов, способных гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом. При условии, что помещения, в которых они используются, не относятся к категориям А или Б. К этой категории относятся: фотомеханические цехи; цехи высокой, офсетной, трафаретной печати и склады красок для этих видов печати; брошюровочно-переплетные цехи и их отделения (кроме лакировального); склады масел, олиф, бумаги, картона, переплетных тканей и других переплетных материалов; красочные станции цехов высокой печати; лаборатории и экспедиции; деревоотделочные цехи и т.п.

К причинам возникновения пожара можно отнести:

Причины не электрического характера: халатное неосторожное обращение с огнем, курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня, самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины электрического характера: короткое замыкание электропроводки, перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорания изоляции, статическое электричество.

В цехе имеются первичные средства для тушения пожара, которые могут быть использованы любым рабочим или сотрудником, оказавшимся на месте возгорания.

В цехе на заметных местах установлены специализированные щиты со следующим противопожарным инвентарем:

- Топоры;
- Багры;
- Ломы;
- Ведро.

Огнетушитель ОХВП-10 предназначен для тушения начальных загораний твердых веществ и легковоспламеняющихся жидкостей, за исключением щелочных металлов и веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Запрещается использовать огнетушитель ОХВП-10 для тушения загоревшихся электроустановок, находящихся под напряжением. Огнетушитель ОВП-4, предназначен для тушения возгораний твердых, тлеющих материалов органического происхождения (дерево, бумага, уголь и т.д.) - класс пожара А и жидкостей или твердых тел, превращающихся в жидкости (нефтепродукты, масла, краски и т.п.) - класс пожара В. Огнетушитель порошковый ОП-5, предназначен для тушения возгорания твердых, жидких и газообразных веществ (класса А,В,С или В,С в зависимости от типа применяемого порошка).

Возле щита установлен ящик с песком. На участке имеется пожарная сигнализация, оповещающая пожарную службу завода при появлении возгорания. Кроме того, в цехе имеются пожарные краны, оборудованные пожарными рукавами, которые установлены в предназначенных для этого местах (выходы, лестничные площадки и др.).

Чтобы имеющееся противопожарное оборудование находилось в исправном и работоспособном состоянии, проводятся его регулярные осмотры ответственными за противопожарное состояние лицами - мастером производственного участка и т. п.

Сотрудникам предприятия проводится обучение и инструктаж по пожарной безопасности.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования производится по специальным эвакуационным путям, обозначенным на планах эвакуации на случай пожара, которые также вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

4.2 Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасывается из помещений.

Основными мероприятиями по уменьшению негативного влияния машиностроительных предприятий на экологию являются следующие действия:

- внедрение современных технологий, способствующих уменьшению вредных отходов производства;
- улучшение систем фильтрации сточных вод, воздуха и других сбросов предприятия;
- переработка вредных веществ и утилизация отходов производства;
- внедрение системы мониторинга и контроля экологии местности.

Отходы производства и способы их ликвидации и переработки:

1. Металлическая стружка. Образование производственных отходов в виде металлической или цветной стружки подразумевает под собой утилизацию или вторичную переработку данного материала. В частности, стружка - материал, пригодный для последующего применения и переплавки в сталеплавильных печах для получения нового металла.

Общий цикл утилизации стружки следующий: стружка по конвейерной ленте из станка попадает в цеховой бак приемки стружки, затем погрузчиком, на территории предприятия, складировается в специальных контейнерах, они различаются по виду стружки – для каждого вида стружки (вида стали или цветного металла) отдельный контейнер, как только контейнеры заполняются стружкой их, вывозят на металлоперерабатывающие предприятия и продают как вторсырье. Там стружка очищается от посторонних включений (мусор, масла, СОЖ), путем прогонки через магнитные ковши и печи малой температуры, брикетируется и далее может быть доставлена на сталелитейные предприятия, где она может быть переплавлена как сама по себе, так и добавлена в другие расплавы в печах, из которых в дальнейшем получают сталь для заготовок, которые вновь используются на производстве.

2. СОЖ. Химическая и физическая устойчивость СОЖ позволяет организовать их циклическое использование с регулярным восстановлением первоначальных свойств. Оно заключается в механической очистке от твердых включений, нейтрализации окислителей, обеззараживании и биологической очистке.

Выбирая метод утилизации, ориентируются на экономичность процесса, основу которой составляет эффект масштаба производства. Расходы по содержанию вспомогательного оборудования и персонала при небольших объемах нейтрализации эмульсий не окупаются. Специализированные компании, оснащенные современной техникой, могут выбрать наиболее технологичный способ переработки.

Таким образом для нашего предприятия будет рентабельней утилизировать СОЖ на специальных заводах и фабриках. Отработанная СОЖ из баков станков откачивается насосами в специальные бочки для хранения и транспортировки агрессивной жидкости и доставляется погрузчиком на складе ГСМ на хранение, до заполнения всей свободной тары. Далее ее следует отвезти в компанию, специализирующуюся по переработке отработанных спец жидкостей.

Методы переработки СОЖ:

Физико-химический метод: разложение

Под разложением понимается переработка эмульсий путём разделения их на фазы «вода» и «масло». Переработка разложением осуществляется в несколько стадий:

- отделение неэмульгированных (поверхностных) масел;
- отделение твёрдых частиц;
- разложение эмульсии;
- отделение полученных фаз;

Химическое разложение производится путём добавления различных химикатов. Для достижения оптимального результата необходимо тщательно соблюдать дозировку.

«Кислотное разложение» требует применения более коррозионностойких и, соответственно, более дорогих, материалов для изготовления оборудования. Полученную воду перед сливом в канализацию необходимо нейтрализовать, для этого требуется добавление щёлочи. Вследствие этого в очищенной воде содержится

значительное количество солей, что не позволяет повторно использовать очищенную воду.

В новых методах разложения используются так называемые «де-эмульгаторы». Их необходимо подбирать в зависимости от перерабатываемой жидкости и тщательно дозировать. Это ограничивает применение данного метода при изменении состава жидкости.

Преимуществом физико-химического метода является возможность применения данного метода для больших объёмов стоков (>3 м³/ч). Таким образом, данный метод является наиболее экономически выгодным при больших объёмах стоков и при невысоких требованиях к качеству сливаемого вод.

Механический метод: мембранная очистка

Другим методом переработки эмульсий является ультрафильтрация. Под повышенным давлением (5-10 Бар) эмульсия проходит через пористую керамическую мембрану. Вода беспрепятственно проходит через поры, а масла, жиры и воски задерживаются на мембранах.

Однако данный метод не может обеспечить полное отделение органических веществ. Остаточная влажность остатка составляет в среднем 60-70%. Значительным недостатком мембранной системы является ограничение применения подобной системы при изменениях состава жидкости, т.е. изменение состава жидкости может вызвать повреждение мембран. Кроме того, в процессе работы мембраны засоряются твёрдыми частицами и маслами. Из-за этого снижается производительность системы и повышаются энергозатраты, а также ухудшается качество очищенной воды. Поэтому требуется постоянная очистка системы от отложений с помощью химикатов.

Термический метод: выпаривание/дистилляция.

Самым древним методом разделения веществ является дистилляция. Для выпаривания воды предлагаются различные технические решения. В каждом случае для оптимального энергобаланса требуется использовать энергию конденсации для процессов нагрева и испарения исходной жидкости. Поэтому выпариватели с внешним нагревом, как правило, дороже, чем выпариватели с тепловым насосом или выпариватели, основанные на принципе прямой конденсации водяного пара.

3. Абразив, пыль, масляный туман. Все эти категории отходов объединяются одним общим свойством – переносом по воздуху.

Для металлообрабатывающего цеха характерно механическое удаление воздуха из помещения с поступлением воздуха через окна и двери. Как правило вентиляция для удаления воздуха осевыми вентиляторами, установленными на крыше или стене цеха, и имеет выходной рукав непосредственно на улицу, в окружающую среду. Конструкция представляет собой сеть гибких воздуховодов на кронштейнах, с фрикционными воронками-уловителями и воздушной заслонкой над рабочей зоной станков, что позволяет регулировать их положение и расход воздуха.

Так же существует метод, при котором к рабочей зоне станка непосредственно подается передвижной фильтровальный агрегат. Благодаря такой схеме удастся исключить капитальные и эксплуатационные затраты для стационарных вытяжных систем, более гибкая настройка удаления загрязнения из зоны станка.

Оба этих метода удаления загрязненного воздуха из рабочей зоны станка объединяет наличие фильтрующего элемента в цепи воздуха отвода. Фильтр – съёмный расходный элемент, предназначенный для очищения проходящего воздушного потока, путем удержания в себе загрязняющих элементов. Фильтры подразделяются в зависимости от задачи удержания тех или иных вредных веществ в воздухе:

- Универсальные электростатические фильтры. Предназначены для удаления сварочного, масляного и других высокодисперсных аэрозолей, взрыво- и пожароопасных концентраций, образующихся при различных видах обработки в машиностроении.

- Фильтр складчатый кассетный. Предназначены для очистки воздуха и газов от мелкодисперсных аэрозольных сухих пылей (в том числе свинцовых) со средним размером от 0,3 мкм и более. Рекомендуется применять при электро- и газосварке, пайке, лужении, лазерной и плазменной обработке, переплаве металлов и др. При высокой концентрации в помещении CO, NOx, HF и других вредных веществ - дополнительно могут быть укомплектованы кассетой хим. очистки.

- Фильтро-вентиляционные агрегаты для улавливания масляного тумана. Предназначены для отсоса и очищения воздуха от масляного тумана, глицерина, пластификаторов и других технологических жидкостей в процессах металлообработки резанием, при холодной штамповке и прокатке, литье под давлением, промасливании, консервации.

- Агрегаты для улавливания пыли. Предназначены для удаления твердых сухих пылей (абразивных, металлических, неметаллических - графит, стекло и т.п.) при среднем размере от 3 мкм и более или от 0,3 мкм и более при наличии БУО.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в городе Томске, в умеренном климатическом поясе.

Природные катаклизмы в данном регионе крайне маловероятны. Наиболее вероятными ЧС на объекте могут быть сильные морозы и теракт.

Для Западной Сибири в зимнее время года характерны морозы до -45°C . Достижение низких температур приведет к поломке оборудования, выхода из строя технических систем, которые обслуживают предприятие и сооружения, а также обморожениям и даже жертвам среди населения.

Ущерб от сильных морозов связан с переохлаждением, замораживанием технических объектов, разрушением систем отопления, при возникновении отключения теплоснабжения в цеху предприятия имеется газовые обогреватели с катализатором (дизельные станции, калориферы и т.п.), которые могут обогреть производственные помещения в сильные морозы, чтобы работа на производстве не прекратилась.

При порывах в системе водоснабжения на предприятии предусмотрена емкость 500 литров чистой воды, которой снабжаются все необходимые помещения, по аварийной системе водоснабжения.

При повреждениях в электросетях, на предприятии имеется дизель генератор, который установлен в отдельном помещении с вентиляцией, он на время может обеспечить электроэнергией важные объекты.

При поломке городского транспорта в сильные морозы, для своевременной доставки на рабочие места работников предприятия, на производстве предусмотрен автобус, который в сильные морозы находится в теплом гараже и может без промедления выехать за работниками, нуждающимися в транспортировке.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта (закрытой внутренней сетью интернет и введением режима секретности), расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки



количестве. На предприятии должна быть создана служба гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям, способная быстро и правильно реагировать на любые возможные ЧС на предприятии.

Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности.
2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”.
3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы разработан технологический процесс изготовления «Щита подшипникового» и спроектировано приспособление для фрезерования пазов. Для изготовления детали использовались современные станки с ЧПУ которые позволили повысить производительность и качество изготовления оправки. Контроль качество изготовления производится надежными и зарекомендовавшими себя в производстве измерительными приборами и средствами контроля. Разработанный технологический процесс планируется внедрить на АО «НПЦ-Полус». Операционные эскизы, чертежи, иллюстрации в работе были выполнены с помощью программы Компас-3D V17 Таким образом, все поставленные задачи были выполнены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Технологическая и конструкторская части

1. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1972. - 694 с.
2. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения– Минск, Вышейш. школа, 2008 – 232 с.
3. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения, 2009.- 288 с.
4. Технология машиностроения: Учебник для техникумов: В 2т. Т.1. Основы технологии машиностроения/ В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 564 с.
5. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей: Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Технология машиностроения»/ В.Н. Самохвалов. - Самара: СамИИТ, 2000. - 29 с.
6. Технологичность конструкции изделия: Справочник/ Ю. Д. Амиров, Т. К. Алферова, П. Н. Волков и др.; Под общ. ред. Ю. Д. Амирова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 768 с.
7. В.П. Фираго Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. – М.: Машиностроение, 2009. - 468 с.
8. Режимы резания металлов: Справочник. Изд. 3-е переработ. и доп.- М.: Машиностроение, 2010.
9. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: Учеб. для студ. машиностроительных специальн. вузов.- М.: Машиностроение, 1987. - 320 с.
10. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1. - М.: Машиностроение, 1978. - 728 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2./Под ред. А.Н. Малова. - М.: Машиностроение, 1972. - 568 с.
12. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 328 с.
13. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч.1. Токарные,

карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. - М.: Машиностроение, 1967. - 279 с.

Экономическая часть

1. Е.И. Махаринский, В.И.Ольшанский, Н.В.Беляков, Ю.Е.Махаринский, «Технология машиностроения», пособие для абитуриентов и студентов факультета повышения квалификации и переподготовки кадров, УО «Витебский государственный технологический университет», Витебск, 2006г.

2. Е.И. Махаринский, Н.В.Беляков, Ю.Е.Махаринский, В.И.Ольшанский, «Проектирование технологических процессов. Технология станкостроения», справочник по курсовому проектированию и технологической части дипломных проектов, .

3. А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред «Курсовое проектирование по технологии машиностроения» под. ред., (учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов) – 4-е издание, Мн., Выш.школа, 1983. – 256 с.

4. «Автоматизация технологических процессов в машиностроении» Методические указания к курсовой работе для студентов заочной формы обучения специальности. УО «Витебский государственный технологический университет». Витебск, 2004г

5. «Организация производства и управления предприятием» Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов специальности 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой промышленности и бытового обслуживания». УО «Витебский государственный технологический университет».

6. «Инструкция о порядке применения Единой тарифной сетки работников Республики Беларусь».- Постановление министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 22 декабря 2006г №162, в регламенте №3/15743 от 22.01.2007г.

7. Е.С. Ямпольский «Проектирование машиностроительных заводов и цехов» справочник, под общей редакцией том.4., Москва, «Машиностроение» 1975г.

8. Л.А. Федотов «Проектирование механо – сборочных цехов» учебное пособие, Воронеж, издательство Воронежского университета, 1980 год.

9. И.А. Ординарцев . «Справочник инструментальщика», Л.: Машиностроение, 1987.

10. В.Е. Антонюк «Конструктору станочных приспособлений», справочное пособие, - Мн.: Беларусь, 1991 – 400с.

Социальная ответственность

- 1.Дубовцев В.А. Безопасность жизнедеятельности. / Учеб. пособие для дипломников. - Киров: изд. КирПИ, 1992.
- 2.Мотузко Ф.Я. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1989. – 336с.
- 3.Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.
- 4.Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.3
- 5.Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
- 6.Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с., ил.
- 7.Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.